COMUNE DI SANTO STEFANO DI MAGRA
PROVINCIA DELLA SPEZIA
REGIONE LIGURIA

PROGETTO DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DI EDIFICIO COMMERCIALE E REALIZZAZIONE DI DUE MEDIE STRUTTURE DI VENDITA PRODOTTI ALIMENTARI AREA EX GIOVANNELLI – N.C.E.U. FG. 8 MAPP. 1261

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

COMMITTENTE	**SOGEGROSS SPA**
TECNICO	**DOTT. GEOLOGO LUCA PIAGGI**



Data	**18/08/25**
Versione	**1,0**

STUDIO GEOLOGICO PIAGGI	
Indirizzo	Via Genova 442, La Spezia (19123)
Cellulare	(+39) 3299710732
E-mail	lucapiaggi@gmail.com
PEC	lucapiaggi@pec.epap.it

INDICE

1. Premessa e obiettivi dello studio;
2. Metodologia;
3. Normativa di riferimento;
4. Vita nominale, classe d'uso, periodo di riferimento e azioni sulle costruzioni
5. Vincoli del territorio;
6. Caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche;
7. Caratterizzazione fisico-meccanica e geotecnica dei terreni;
8. MASW;
9. Faglie capaci;
10. Note sismiche;
11. Conclusioni;
12. Allegati;

1-PREMESSA E OBIETTIVI DELLO STUDIO

Su incarico della società Sogegross Spa a è stata redatta la presente relazione geologica e sismica sul progetto di intervento di Progetto di demolizione e ricostruzione di edificio commerciale e realizzazione di due medie strutture di vendita prodotti alimentari area ex Giovannelli – N.C.E.U. Fg. 8 Mapp. 1261.

Si tratta di un intervento per la realizzazione di edifici commerciali su aree pianeggianti, già insediate, in fregio alla strada di collegamento tra Sarzana a Santo Stefano di Magra.

2-METODOLOGIA

Al fine di ottenere un chiaro quadro della situazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e geotecnica del sito esaminato si è proceduto con rigoroso metodo scientifico e applicando i comuni standard di lavoro imposti dalla normativa, dalla bibliografia scientifica e dall'esperienza diretta sul campo.

Si è pertanto proceduto con:

- disamina della progettazione architettonica e strutturale;
- sopralluogo interdisciplinare preliminare sul sito;
- reperimento di documentazione scientifica del sito e delle aree adiacenti;
- disamina della cartografia scientifica generale e di dettaglio;
- disamina della cartografia dei vincoli e di bacino;
- osservazione di foto aeree e satellitari di annate differenti;
- rilievo geologico di dettaglio;
- esecuzione di campagna geognostica e sismica;
- elaborazione dei dati ottenuti dalle campagne di indagini;
- redazione di relazione geologica e sismica;

3-NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'indagine in questione ha come obiettivo la verifica della compatibilità dell'opera in rapporto alle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni, secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni di Legge:

- Decreto ministeriale 17/01/2018, Testo Unitario – Aggiornamento delle "Norme tecniche per le Costruzioni";
- Decreto ministeriale 14/01/2008, Testo Unitario – Norme tecniche per le Costruzioni;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007;
- Eurocodice 8 (1998), Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture; Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003);
- Eurocodice 7,1 (1997), Progettazione geotecnica – Parte I: Regole generali – UNI;
- Eurocodice 7,2 (2002), Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002) – UNI;
- Eurocodice 7,3 (2002), Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove in sito (2002) – UNI;
- O.P.C.M. n. 3274/2003;
- O.P.C.M. n. 3519/2006 (Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche per l'aggiornamento e degli elenchi delle medesime zone);
- R.D. 30/12/1923 n°3267 Aggiornato alla G.U. Del 14/06/1999, n°137 – Vincolo Idrogeologico;
- R.D. 16/05/1926 n°1126 Approvazione del regolamento per l'applicazione del R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267, concernente il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani (Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 6 luglio 1926, n. 154);
- D.G.R. n. 530 del 16/05/2003 ("Individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche dei comuni della Regione Liguria");
- D.G.R. n. 1308 del 24/10/2008 ("Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria");
- L.R. 22/01/1999 n°4 Boll. Uff. Regionale 10/02/1999 n°3; disciplina degli interventi in materia forestale – vincolo idrogeologico e successive modifiche ed integrazioni;

4-VITA NOMINALE, CLASSE D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO E AZIONI SULLE COSTRUZIONI

Vita Nominale
La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata (par. 2.4.2 NTC).
La vita nominale dell'opera in progetto è 50 anni.

Classe d'uso
In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso, la classe d'uso dell'opera in progetto è:

Classe d'uso I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe d'uso II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente [...]
Classe d'uso III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente [...]
Classe d'uso IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente [...]

Il coefficiente C_U in questo caso risulta pari a 1 come dalla tabella 2.4.II delle NTC.

Periodo di riferimento per l'azione sismica
Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U (par. 2.4.3 NTC):

$V_R = V_N \times C_U =$

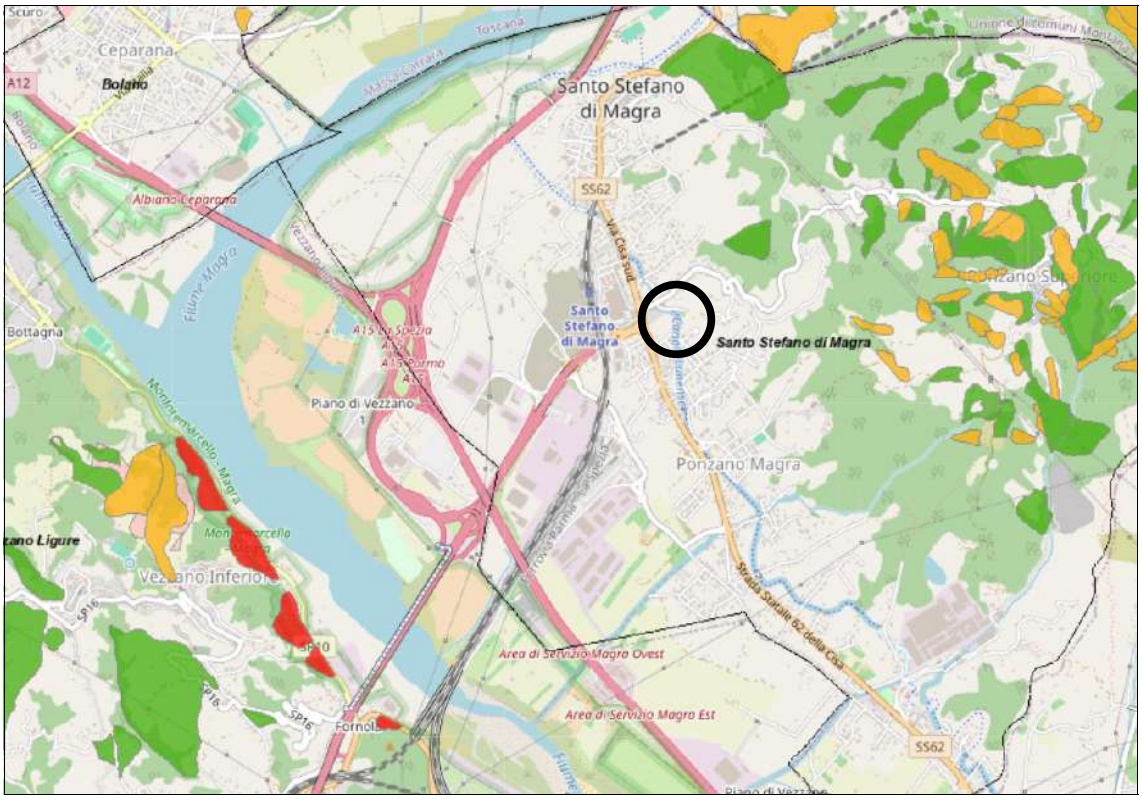
$V_R = 50$ anni

Tabella riepilogativa

Vita nominale V_N	50 anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso C_u	1
Periodo di riferimento dell'azione sismica V_R	50

5-VINCOLI DEL TERRITORIO

Dalla consultazione delle Mappe PAI Dissesti, il sito d'intervento ricade in area "non censita".



STRALCIO DEL PIANO DI BACINO PAI DISSESTI – NON IN SCALA

LEGENDA

Area di studio

Mappa pericolosità MAGRA

UoM Magra

Aree speciali

- Area speciale - tipo A
- Area speciale - tipo B1
- Area speciale - tipo B2

pericolosità Magra

- P2a - pericolosità moderata tipo a
- P3a - pericolosità elevata tipo a
- P3b - pericolosità elevata tipo b
- P4 - pericolosità molto elevata



STRALCIO DEL PIANO DI BACINO DEL FIUME MAGRA – NON IN SCALA

LEGENDA

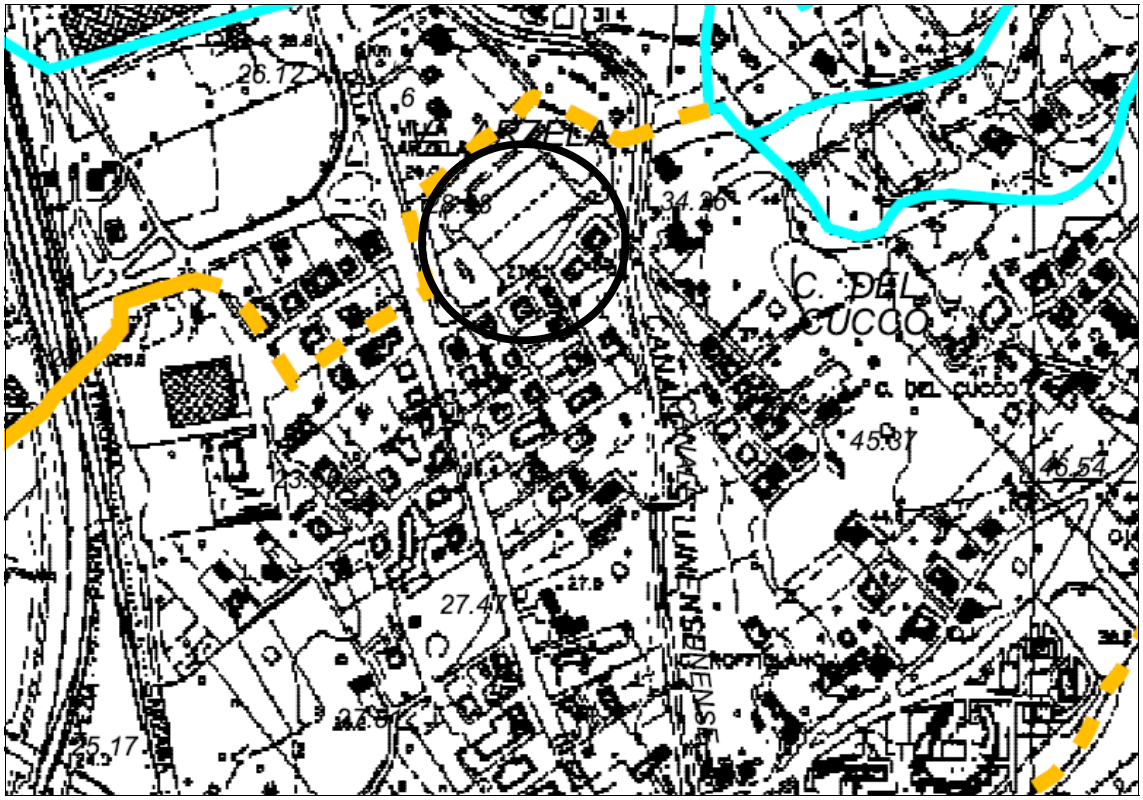
Area di studio

PG4 Pericolosità geomorfologica molto elevata
(frane attive e zone di pertinenza)

PG3 Pericolosità geomorfologica elevata
(frane quiescenti e zone di pertinenza, coltri detritiche potenti assimilabili)

PG2 Pericolosità geomorfologica media
(frane inattive e zone di pertinenza, aree in dissesto artificialmente stabilizzate, DGPV, coltri detritiche, coni alluvionali, detrito di falda, aree interessate da ruscellamento diffuso)

Dalla cartografia della TAV.2 "Carta del reticolo idrografico scala 1:10.000" emerge che il sito interessato dall'intervento non è direttamente interessato dalla presenza di reticolo idrografico. E' presente un reticolo secondario in fregio all'area.



STRALCIO DEL PIANO DI BACINO DEL FIUME MAGRA – NON IN SCALA

LEGENDA

Area di studio

Reticolo significativo ai fini del corretto assetto idraulico		
Reticolo Principale	tratti studiati	
	tratti non studiati	
Reticolo Secondario	tratti studiati	
	tratti non studiati	
Reticolo Minuto	tratti studiati	
	tratti non studiati	
Reticolo Minuto non significativo		

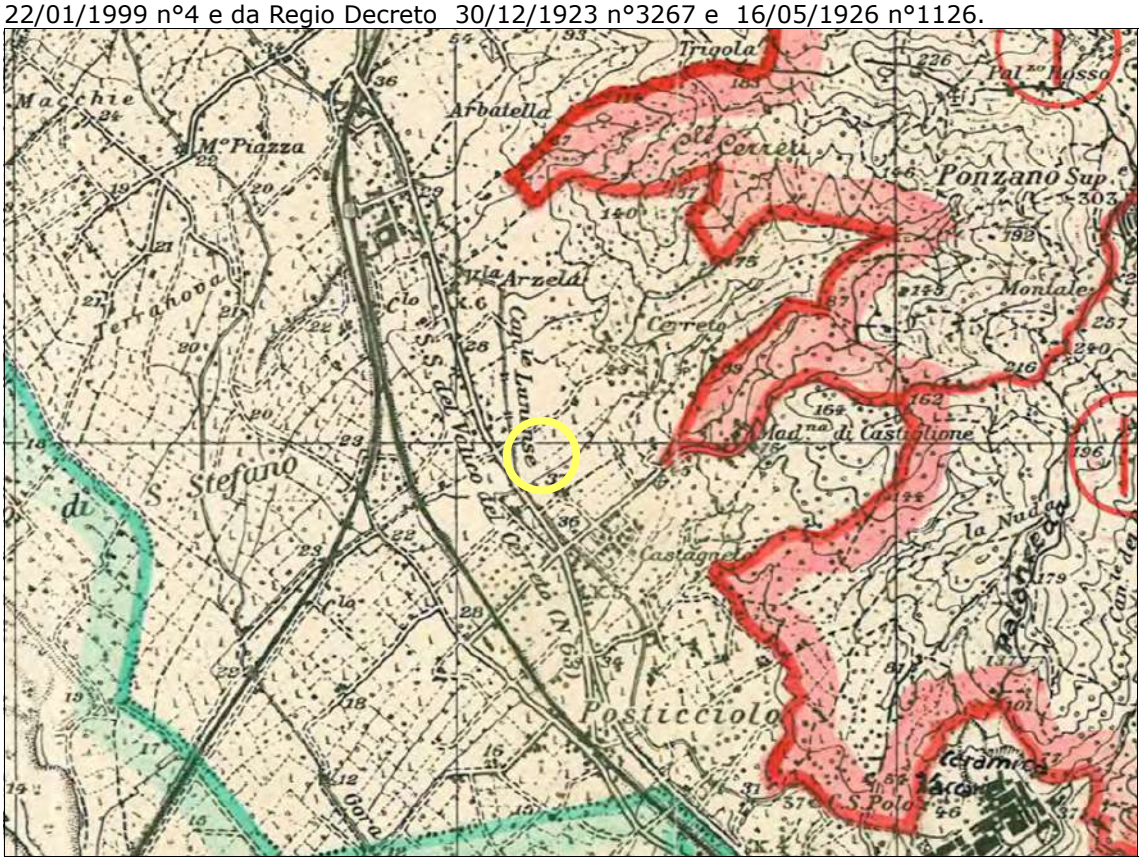


IDROGRAFIA SUPERFICIALE – NON IN SCALA

LEGENDA

Area di studio

L'area in esame non è sottoposta a vincolo idrogeologico, come da legge regionale 22/01/1999 n°4 e da Regio Decreto 30/12/1923 n°3267 e 16/05/1926 n°1126.



STRALCIO DELLA CARTOGRAFIA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO – NON IN SCALA

LEGENDA

Area di studio

Vincolo idrogeologico

6-CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

Morfologia e idrografia

La zona d'intervento si trova nel comune di Santo Stefano Magra, a Nord/Ovest della Via Aurelia, in un'area caratterizzata da una vasta piana, posta alla quota media di circa 28 m s.l.m. e caratterizzata catastalmente dai mappale n° 1261 del foglio n° 8.

L'area si presenta pianeggiante con una lieve pendenza di circa il 5% verso Sud/Est e caratterizzata da numerosi insediamenti abitativi.

L' idrografia superficiale è caratterizzata dal Canale Canale Lunense, canale irriguo artificiale che scorre arginato in direzione Nord/Ovest-Sud/Est.

Sulla zona di progetto il reticolo idrografico è assente e le acque meteoriche che non s'infiltrano scorrono in forma laminare, senza ristagni ed erosioni, adducendosi poi alla vicina canalizzazione stradale. In fregio alla zona di studio è presente un canale, in parte interrato che raccoglie i contributi di alcune piccole vallette e canali provenienti da Est.

Tettonica e geologia

Per quanto riguarda le condizioni geologiche dell'area, queste sono in relazione con la struttura della Val di Magra, che costituisce un complesso di horst e graben a direzione appenninica, determinato da un insieme di sovrascorrimenti disposti parallelamente alle strutture tettoniche.

Il sistema di faglie dirette ha creato una serie di bacini sedimentari riempiti successivamente da depositi pleistocenici che, in una seconda fase, hanno subito una tettonica tardiva.

L'intera area risulta infatti situata all'interno del Bacino di Sarzana, nel quale si possono distinguere il Sistema della Bassa Val di Magra e il Sistema di Sarzana. Procedendo verso Nord-Est, a circa 750 m dal sito in esame, questi depositi sono in contatto, con le Unità Tettoniche di Ottone, del Dominio Ligure Esterno.

A Sud-Ovest del sito di intervento, in corrispondenza del paleocorso del Fiume Magra, sono inoltre presenti depositi alluvionali terrazzati, e depositi alluvionali recenti ed attuali nelle zone prossimali al corso attuale, dovuti alle alluvioni del fiume stesso, che, ad Ovest del sito in esame, riceve la confluenza del fiume Vara e procede poi in direzione Sud-Est verso lo sbocco a mare.

A livello puntuale nella zona di edificazione troviamo la presenza di depositi alluvionali del Pleistocene appartenenti al Sistema della Bassa Val di Magra, ed in particolare del Subsistema di Caparana (BVM_3 nella Carta Geologica d'Italia, foglio 248, in scala 1:50000), caratterizzato da ciottoli con diametro massimo fino a 15 cm, in strati lenticolari a base erosiva di spessore decimetrico-metrico massicci o grossolanamente gradati; da sabbie medio-grossolane massicce; da limi massicci moderatamente alterati e caratterizzanti il tetto dell'unità.

In superficie è presente una copertura antropica e terreno pedologico vegetale di modesto spessore, variabile da 0,5 a 1 m, dovuto sia all'alterazione dei depositi sedimentari, ma anche alle pratiche agricole diffuse sull'area.

"subsintema di Ceparana" (**BVM$_3$**)

AFFIORAMENTI TIPICI: Presso Sarzana e Ceparana.

ESTENSIONE DEGLI AFFIORAMENTI: Il subsintema affiora su gran parte dell'area del sintema di appartenenza.

NATURA DELLE SUPERFICI-LIMITE: La superficie inferiore è un limite discordante erosivo sui depositi del "subsintema di S.Stefano Magra" (**BVM$_2$**), sul "sintema di Sarzana" (**ASZ**) e sul substrato. La superficie superiore è un limite discordante caratterizzato da una superficie di non deposizione troncata e distribuita in lembi di varie dimensioni tra i 30 ed i 25 m s.l.m.. In superficie si riconosce un paleosuolo troncato nei suoi orizzonti superiori, marcato da caratteri di alterazione meno intensa rispetto ai precedenti subsintemi.

CARATTERI LITOLOGICI DI TERRENO: Non si hanno sostanziali differenze litologiche rispetto ai precedenti subsintemi. Nello specifico si riconoscono, infatti, alternanze di conglomerati, sabbie e limi. I conglomerati risultano ancora dimensionalmente polimodali con diametro massimo fino a 15 cm, a tessitura clasto-sostenuta e con abbondante matrice sabbioso-siltosa. L'embriciamento, anche in questo caso da scarsamente a moderatamente sviluppato, indica abbastanza chiaramente un apporto coerente con quello dei precedenti subsintemi.

I conglomerati sono organizzati in strati lenticolari a base erosiva di spessore decimetrico-metrico massicci o grossolanamente gradati, spesso amalgamati. Similmente le sabbie sono medio-grossolane massive, intercalate e subordinate ai conglomerati, ed i limi, a tessitura massiccia, sono moderatamente alterati e caratterizzano il tetto dell'unità.

SPESSORE DELL'UNITÀ E SUE VARIAZIONI: Lo spessore massimo non è superiore ai 10 m.

RAPPORTI STRATIGRAFICI: Questo subsintema è discordante sul "subsintema di S.Stefano Magra" (**BVM$_2$**), sul "sintema di Sarzana" (**ASZ**) e sul substrato del margine orientale della bassa Valdimagra. E' superiormente sormontato in discordanza erosiva dai depositi fluviali terrazzati tardo-quaternari dei fiumi Magra e Vara e dei loro tributari di sinistra orografica.

ATTRIBUZIONE CRONOLOGICA: La mancanza di evidenze fossili o archeologiche non consente che una generica attribuzione del subsintema al Pleistocene.

AMBIENTE DEPOSIZIONALE: L'ambiente deposizionale è in generale riferito a conoidi alluvionali (si noti la conoide di Sarzana) simili a quelle sviluppate nella deposizione dei precedenti subsintemi. Il drenaggio dominante sembra ancora quello dal margine orientale della bassa Valdimagra, tuttavia questi depositi delineano le pianure alluvionali dei tributari dei fiumi Magra e Vara; si veda ad esempio la piana terrazzata del Torrente Calcandola a monte di Sarzana. Dubitativamente sembrano rappresentare le pianure del fiume Magra, nel tratto tra S.Stefano M. e la confluenza con il fiume Vara, e del fiume Vara nel lembo di Ceparana-S.Bartolomeo.

In quest'ultimo, a rinforzare l'ipotesi di un drenaggio assiale del paleo-Vara, si hanno quote di superficie di circa 21-22 m s.l.m. a Ceparana, mentre presso S.Bartolomeo la superficie è a 30-32 m s.l.m. L'assenza di depositi riferibili a questa unità, sia nella valle del fiume Magra a monte di S.Stefano, sia in destra del sistema Vara-Magra, non consente conclusioni precise sulla presenza di un drenaggio assiale ben sviluppato nella bassa Valdimagra durante la deposizione del subsintema in oggetto.

Idrogeologia

Per quanto riguarda le condizioni idrogeologiche dell'area, considerando la stratigrafia dei sedimenti, la permeabilità risulta media/buona, e comunque variabile in rapporto alla granulometria dei sedimenti e alla presenza di matrice argillosa.

Data la granulometria dei depositi alluvionali, in essi è presenta una falda acquifera freatica alimentata da alimentazioni sotterranee provenienti dalle pendici a NW.
Al momento delle indagini geognostiche eseguite, in estate estate, si riscontrava un livello di falda medio di -1 m dal p.c..

L'oscillazione stagionale della falda può essere stimata tra i -2 e -0,5 m dal piano campagna.

Geomorfologia

Sull'areale non si evidenziano fenomeni di degrado geomorfologico, per cui, anche in considerazione della morfologia pianeggiante, la zona è da ritenersi stabile.

7-CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA E GEOTECNICA DEI TERRENI

DEPOSITO ALLUVIONALE

Allo scopo di determinare le caratteristiche stratigrafiche e valutare i parametri geotecnici dei terreni è stato eseguita campagna di indagini con prove penetrometriche dinamiche DPSH spinte sino alla profondità di rifiuto.

I parametri geotecnici e le principali caratteristiche del materiale desumibili dalle prove penetrometriche effettuate sono riassunti nei seguenti grafici e tabelle:

Correlazioni utilizzate per il calcolo dell'angolo di attrito

φ 1	Road Bridge Spec.-Per sabbie fini o limose
φ 2	Japanese National Railway - sabbie medie e ghiaiose
φ 3	Oeasaki & Iwasaki - sabbie medie e grossolane
φ 4	Sowers - sabbie in genere
φ 5	Peck-Hanson e Thornburn - sabbie in genere

Correlazioni utilizzate per il calcolo della coesione

C1	DM-7 argille a bassa plasticità
C2	DM-7 argille a media plasticità
C3	DM-7 argille a alta plasticità
C4	Shioi e Fukui - argille a media plasticità
C5	Shioi e Fukui - argille a alta plasticità

Vista la difficoltà da prove penetrometriche di parametrizzare efficacemente il parametro di coesione si consiglia di porre un valore ridotto, pari ad 1/3 di quella calcolata.

L'analisi delle prove penetrometriche mostra la variabilità del deposito alluvionale, si sono comunque calcolati i parametri medi, posto che è bene andare a differenziare le aree delle prove geotecniche effettuate, oppure utilizzare i parametri minimi.

DPSH1	Strato	Prof. (m)	Prof. (m)	Spess. (m)	Φ (°)	Cu (kg/cmq)	Dr (%)	γ (t/mc)	Descrizione
	1	0	0,4	0,4	24,03	0,08	24,09	1,7	Dep. Alluvionale
	2	0,4	1,2	0,8	32,33	0,82	54,69	1,9	Dep. Alluvionale
	3	1,2	2,6	1,4	26,37	0,23	24,32	1,9	Dep. Alluvionale
	4	2,6	9,4	6,8	33,89	1,01	35,25	1,9	Dep. Alluvionale

DPSH2	Strato	Prof. (m)	Prof. (m)	Spess. (m)	Φ (°)	Cu (kg/cmq)	Dr (%)	γ (t/mc)	Descrizione
	1	0	0,6	0,6	31,24	0,69	60,55	1,7	Dep. Alluvionale
	2	0,6	5,8	5,2	28,56	0,42	26,19	1,9	Dep. Alluvionale
	3	5,8	7,6	1,8	34,60	1,10	38,82	1,9	Dep. Alluvionale

DPSH3	Strato	Prof. (m)	Prof. (m)	Spess. (m)	Φ (°)	Cu (kg/cmq)	Dr (%)	γ (t/mc)	Descrizione
	1	0	2,2	2,2	25,29	0,15	20,97	1,7	Dep. Alluvionale
	2	2,2	3	0,8	30,20	0,58	36,48	1,9	Dep. Alluvionale
	3	3	5,4	2,4	26,69	0,25	21,09	1,9	Dep. Alluvionale
	4	5,4	7,6	2,2	34,06	1,03	37,63	1,9	Dep. Alluvionale

DPSH4	Strato	Prof. (m)	Prof. (m)	Spess. (m)	Φ (°)	Cu (kg/cmq)	Dr (%)	γ (t/mc)	Descrizione
	1	0	0,4	0,4	22,62	0,02	13,58	1,7	Dep. Alluvionale
	2	0,4	5,4	5	26,64	0,25	20,94	1,9	Dep. Alluvionale
	3	5,4	7,2	1,8	35,54	1,23	41,43	1,9	Dep. Alluvionale

Media	Strato	Prof. (m)	Prof. (m)	Spess. (m)	Φ (°)	Cu (kg/cmq)	Dr (%)	γ (t/mc)	Descrizione
	1	0	0,9	0,9	25,79	0,24	29,80	1,7	Dep. Alluvionale
	2	0,9	3,85	2,95	29,43	0,52	34,57	1,9	Dep. Alluvionale
	3	3,85	5,7	1,85	30,80	0,70	31,41	1,9	Dep. Alluvionale
	4	4	8,5	4,5	33,98	1,02	36,44	1,9	Dep. Alluvionale

Minimi	Strato	Φ (°)	Cu (kg/cmq)	Dr (%)	γ (t/mc)	Descrizione
	1	22,62	0,02	13,58	1,70	Dep. Alluvionale
	2	26,64	0,25	20,94	1,9	Dep. Alluvionale
	3	26,37	0,23	21,09	1,9	Dep. Alluvionale
	4	33,89	1,01	35,25	1,9	Dep. Alluvionale

ALTRE INDICAZIONI GEOTECNICHE

Ulteriori indicazioni utili, che non è possibile reperire dalle prove effettuate in situ, ma che possono essere stimate da dati bibliografici sono in Modulo Elastico ed il Modulo di Poisson, di seguito reperite dal libro Bowles – Fondazioni 4° Edizione.

Valori indicativi del modulo elastico E_s per terreni

Terreno	E_s [kg/cmq]
Argilla molto molle	20 ÷ 150
Argilla molle	50 ÷ 250
Argilla media	150 ÷ 500
Argilla dura	500 ÷ 1000
Argilla sabbiosa	250 ÷ 2500
Limo	20 ÷ 200
Sabbia limosa	50 ÷ 200
Sabbia sciolta	100 ÷ 250
Sabbia compatta	500 ÷ 800
Sabbia e ghiaia sciolta	500 ÷ 1500
Sabbia e ghiaia compatta	1000 ÷ 2000

Fonte: Bowles – Fondazioni – IV edizione

Valori indicativi del modulo di Poisson μ_s per terreni

Terreno	μ_s
Argille satura	0.4 ÷ 0.5
Argilla non satura	0.1 ÷ 0.3
Argilla sabbiosa	0.2 ÷ 0.3
Limo	0.3 ÷ 0.35
Sabbia	0.1 ÷ 1.0
Sabbia ghiaiosa (comunemente usata)	0.3 ÷ 0.4
Roccia	0.1 ÷ 0.4

Fonte: Bowles – Fondazioni – IV edizione

MODULO DI REAZIONE "VERTICALE" DEL TERRENO [WINKLER]		MODULO DI REAZIONE "ORIZZONTALE" DEL TERRENO [per paratie]		MODULO DI TAGLIO DEL TERRENO	
Tabella dei Moduli di Winkler secondo POZZATI		*Rif.: FONDAZIONI Joseph E. BOWLES*			
Natura del terreno	**K** [Kg/cm³]	**Natura del terreno**	**Ks** [Kg/cm³]	**Natura del terreno**	**G** [MPa]
torba leggera	0.6 ~ 1.2	Terreno Sabbioso :		argilla molto molle	0.7 ~ 5.3
torba pesante	1.2 ~ 1.8	Sciolto	0.49 ~ 1.63	argilla molle	1.7 ~ 8.9
terra vegetale	1.0 ~ 1.5	Mediamente compatto	0.98 ~ 8.16	argilla media	5.8 ~ 22.7
depositi recenti	1.0 ~ 2.0	Compatto	6.53 ~ 13.50	argilla dura	19.2 ~ 45.5
sabbia di mare, fina	1.5 ~ 2.0	Terreno Argilloso:		argilla sabbiosa	9.6 ~ 104.2
sabbia poco coerente	2.0 ~ 4.0	qu < 2 daN/cm²	1.22 ~ 2.45	detrito glaciale sciolto	4.0 ~ 60.0
terra molto umida	2.0 ~ 3.5	qu < 4 daN/cm²	2.45 ~ 4.89	detrito glaciale compatto	60.0 ~ 288.0
terra poco umida	3.0 ~ 6.0	qu > 4 daN/cm²	4.98 ~ 48.95	detrito glaciale molto compatto	200.0 ~ 576.0
terra secca	5.0 ~ 10.0	Sabbia argillosa mediamente compatta	3.26 ~ 8.16	loess	5.8 ~ 27.3
argilla con sabbia	8.0 ~ 10.0	Sabbia limosa mediamente compatta	2.45 ~ 4.89	sabbia limosa	1.8 ~ 7.1
argilla grassa	10.0 ~ 12.0			sabbia sciolta	3.6 ~ 8.9
sabbia compatta	8.0 ~ 15.0			sabbia compatta	7.8 ~ 28.6
ghiaia con sabbia	10.0 ~ 25.0			sabbia e ghiaia in miscuglio sciolte	16.7 ~ 50.0
ghiaia compatta	20.0 ~ 30.0			sabbia e ghiaia in miscuglio compatte	27.8 ~ 55.5
				argilloscisto	53.6 ~1785.7
				limo	0.7 ~ 7.7

8-MASW

8.1 Strumentazione utilizzata

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sistema di energizzazione per le onde P: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 5 Kg battente verticalmente su piastra circolare in acciaio del diametro di 20 cm posta direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P e secondariamente di onde SV, in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali;
- un sistema di ricezione: costituito da 12(onde P) e 24 (MASW) geofoni verticali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa con frequenza propria di 4.5 Hz, ovvero dei trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche prodotte da una specifica sorgente;
- sistema di acquisizione dati: con memoria dinamica a 16 bit, cavo sismico telemetrico di 160 m, notebook PC Windows XP con software dedicato a 16 canali; il sistema è in grado di convertire in digitale e registrare su memoria il segnale proveniente da ciascun canale dal sistema di ricezione; la conversione A/D avviene già dal primo metro di cavo: il sistema permette pertanto di eliminare molte fonti di disturbo dovute al trasferimento del segnale lungo centinaia di metri di cavo sismico ed è inoltre dotato di un sistema di filtraggio in tempo reale;
- un sistema di trigger: consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, tramite l'utilizzo di una pastiglia piezoelelettrica fissata sul sistema di energizzazione; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

8.2MASW

La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999) permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di geofoni posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10Hz e 70-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30m-

50m, in funzione della rigidezza del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°, sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

La metodologia utilizzata consiste in tre fasi:

- calcolo della curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento;
- calcolo della curva di dispersione apparente numerica;
- calcolo della curva di dispersione effettiva numerica mediante il metodo Lai-Rix (1998) ed individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V , modificando SV opportunamente, lo spessore h, le velocità delle onde di taglio SV (o in alternativa il coefficiente di Poisson), la densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato;

L'affidabilità del profilo di velocità Vs trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software Winmasw (Eliosoft).

Nell'esecuzione della prova MASW attiva è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 5 Kg battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di *stacking*). La sorgente è stata posta ad una distanza di 2, 4 e 6 m dal primo geofono (*Optimum Field Parameters of an MASW Survey",* Park et al., 2005; Dal Moro, 2008).

Tabella riassuntiva dell'acquisizione MASW

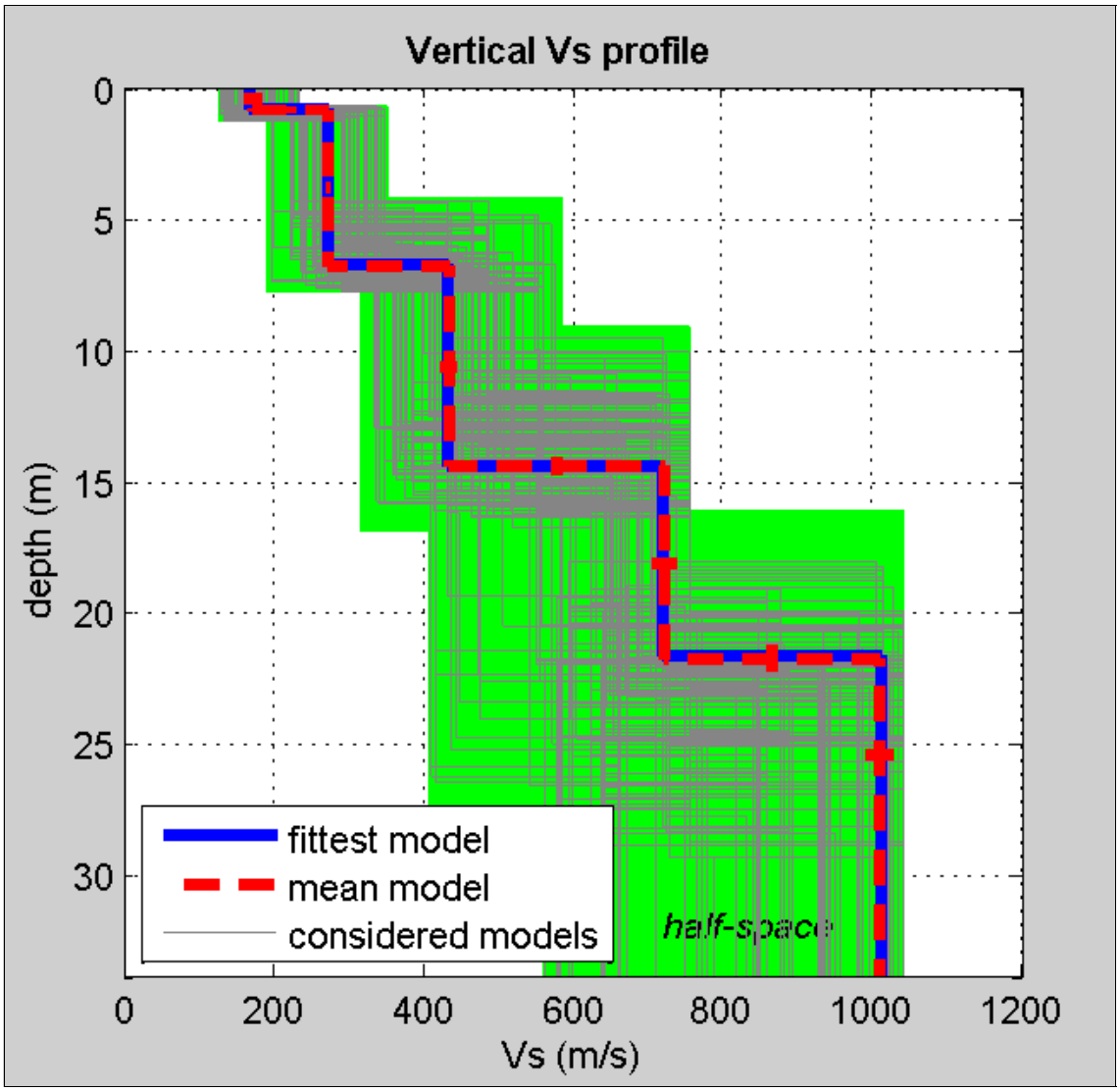
N° di geofoni	24
Distanza intergeofonica	1m
Lunghezza stesa	24m
N°di shot	3
Intervallo di campionamento	4000Hz/250µS
Tempo di acquisizione	1,5sec
Gain	50db

A partire dal modello sismico monodimensionale riportato precedentemente, è possibile calcolare il valore delle Vseq, che rappresenta la "velocità equivalente" di propagazione entro un massimo di 30 m di profondità delle onde di taglio.

Per il calcolo delle Vseq si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 17.01.2018 (Aggiornamento delle *"Norme tecniche per le costruzioni"*):

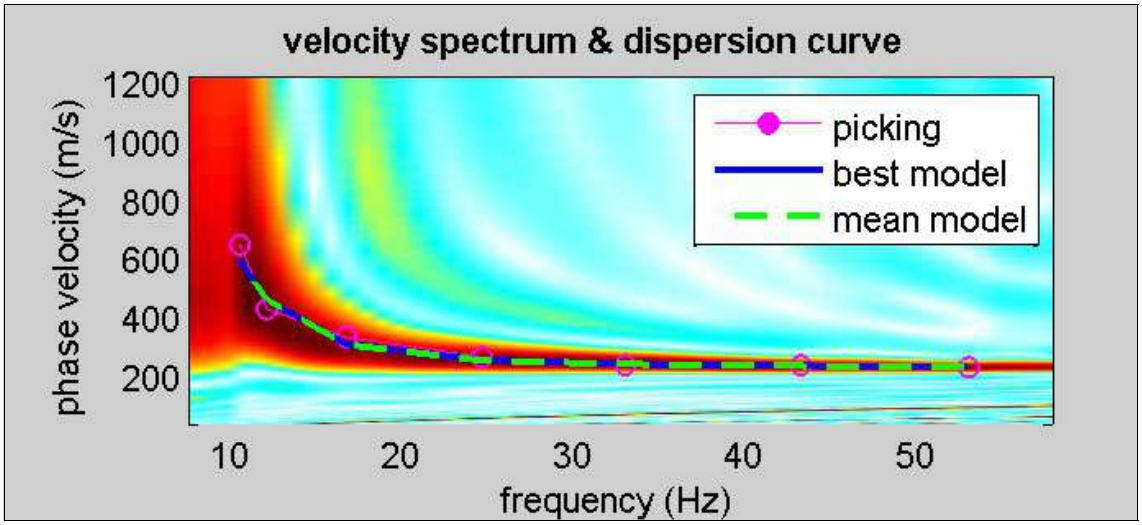
$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

h_i spessore dell'i-esimo strato;
$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
N numero di strati;
H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.



Profilo verticale Vseq

Dal profilo verticale calcolato si deduce una Vseq pari a **399m/sec** (best model), corrispondente ad un suolo di categoria **B** (si veda in seguito note sismiche).



Spettro di ampiezza, in rosa la curva di picking, in verde e in blu, il modo fondamentale modellizzato.

Vseq da piano campagna			
Strato	**Vs**	**Hi**	**Hi/Vi**
1	167	0,68	0,004
2	272	5,94	0,022
3	431	7,69	0,018
4	718	7,2	0,010
5	1011	8,49	0,008
6			
SOMMA		21,51	**0,05**
	Vseq	**399,96**	

9-FAGLIE CAPACI

L'Italia è una delle regioni di maggiore mobilità tettonica del Mediterraneo, e quindi a più alto tasso di sismicità. Studi paleosismologici hanno consentito di caratterizzare le faglie responsabili di molti terremoti avvenuti sul nostro territorio, dimostrando che dislocazioni tardo pleistoceniche-oloceniche hanno interessato molte strutture considerate in passato completamente inattive.

La stima della pericolosità legata ai terremoti, in particolare alla fagliazione superficiale che spesso l'accompagna per magnitudo ≥ 6, è un tema molto importante, specialmente in aree densamente popolate ed industrializzate come il territorio italiano. Di conseguenza, la conoscenza approfondita e la precisa collocazione spaziale delle faglie attive, in special modo di quelle stimate in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio. A questo scopo, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAzard from CApable faults), che sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano.

Il sito oggetto di indagine si trova a circa 0,65 km a Est di una faglia inserita nel database ITHACA delle strutture tettoniche attive in Italia, con il codice identificativo numero **94148**.



CARTOGRAFIA DELL'AREA CON LE FAGLIE CAPACI

FAULT DESCRIPTION

GENERAL IDENTIFICATION

Fault Code	94148
Fault Name	Santo Stefano Magra - Sarzana Fault
Region Name	Liguria
Tectonic Environment	PLATE BOUNDARY
System Name	Bassa Val di Magra Fault System
Synopsis	The Santo Stefano Magra - Sarzana Fault is a tectonic structure that bounds the NE margin of the of the Lower Val di Magra Basin (Sarzana Basin in Federici, 1973), tectonic depression formed by the extensional tectonics affecting the area from the Upper Miocene (Martini & Sagri, 1993). The Sarzana Basin is a semi-graben with the SW margin bordered by more inclined faults than those of the NE margin and filling deposits with asymmetric attitude: the Pliocene sediments (Sintema di Sarzana ASZ) crop out only on the NE margin where they are tilted towards SSO with sub-vertical to gently dip from the bottom to the top of the succession. According to Abbate et al. (2005) the faults bounding the basin, and in particular the eastern faults, are structures of relatively recent origin that displace the Quaternary deposits even if their relationship with the Pliocene basin is not clear. The fault corresponds to Element 6 in Federici (1980) and Element 11 in Federici & Rau (1980) and represents the partial continuation of the faults that delimit the western margin of the Apuan Alps. According to Federici (1980) the recent activity of the fault (intervals IV 0.7-0.018 Ma and V 0.018 Ma-present), would be connected to the progressive raising of the Sarzana-Fosdinovo ridge, as evidenced by the tilting of the Villafranchian sediments, from the fracturing of more recent sediments and from the progressive migration of the drainage axis of the Magra towards W where the main fault is inferred (Bottagna-Cafaggio Fault and Ameglia-Bocca di Magra Fault). The Santo Stefano Magra-Sarzana Fault could be active also in recent times, in analogy with the normal faults that delimit the intramontane basins that characterize this sector of the Northern Apennines, associated, according to some authors (Molli et al., 2018 and references therein), to the seismic activity of the area. On the basis of literature data and considering the scarce availability of direct elements necessary to characterize the structure, the Santo Stefano Magra-Sarzana Fault has been considered active until the Middle Pleistocene although a more recent activity cannot be ruled out.
Rank	Secondary

GEOMETRY AND KINEMATICS

Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	140
Dip (°)	Steep
Dip Direction	SW
Fault Length (km)	8.8
Mapping Scale	1:50000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Normal

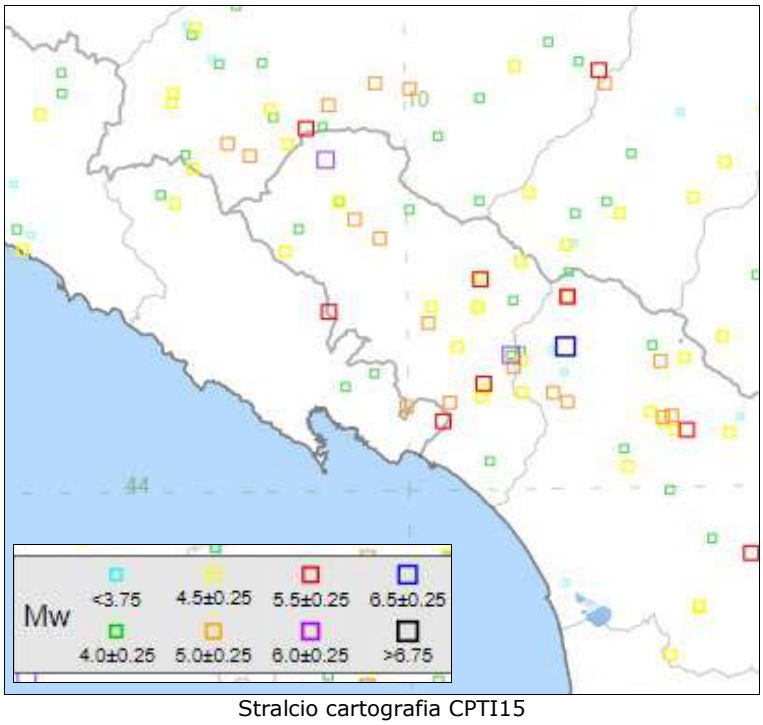
ACTIVITY

Surface Evidence	well expressed
Last Activity	Middle Pleistocene (125,000÷700,000)

FINAL REMARKS

Capability Consensus	Low reliability
Study Quality	LOW
Notes	
Fault Trace Reference	The fault is drawn from Carg 1:50,000 Sheet n°248 La Spezia
Last Update	20/12/2019

Allo stato attuale non si hanno evidenze di attività della faglia in oggetto:
- Sia dai rilievi di campagna che dall'esame delle più recenti cartografie geologiche disponibili (CARG e PUC) non sono state evidenziate dislocazioni dovute a movimenti di faglia.
- Tra le faglie attive, quelle sismogenetiche (cioè capaci di generare terremoti) possono essere evidenziate anche sulla base dell'allineamento degli epicentri dei sismi. Dalla consultazione del progetto CTI15 dell'I.N.G.V. si rilevano allineamenti epicentrali lungo la Valle del Magra di cui è documentata una sismicità moderata mentre sull'allineamento della faglia più prossima all'area di progetto non si riscontrano eventi sismici.

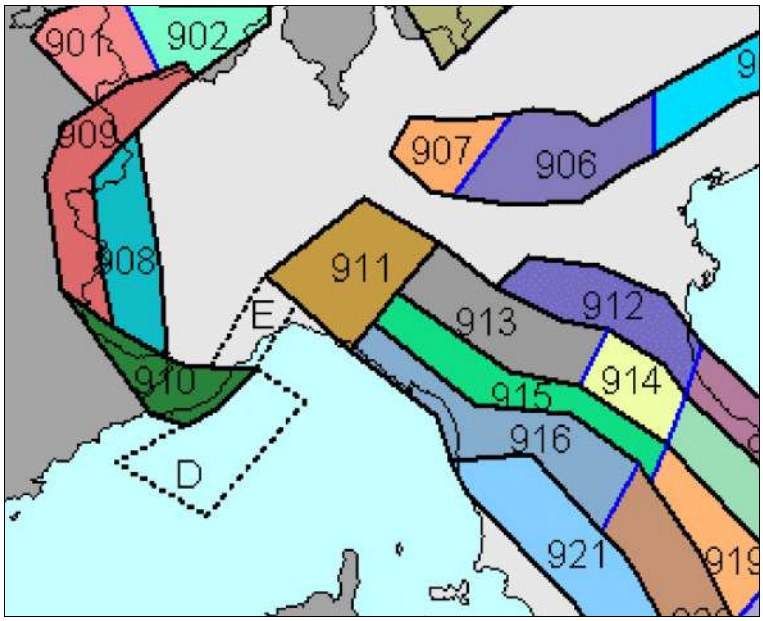


Stralcio cartografia CPTI15

10-NOTE SISMICHE

Zonazione sismogenetica

Dall'esame della cartografia di zonazione sismogenetica ZS9 l'area in esame si colloca nella zona 916 che è classificata come settore in distensione tirrenica definito dal modello sismotettonico di Meletti ed al. (2000). Questa zona è caratterizzata da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo relativamente elevati.



Zonazione sismogenetica dell'Italia Nord-Occidentale (da GNDT)

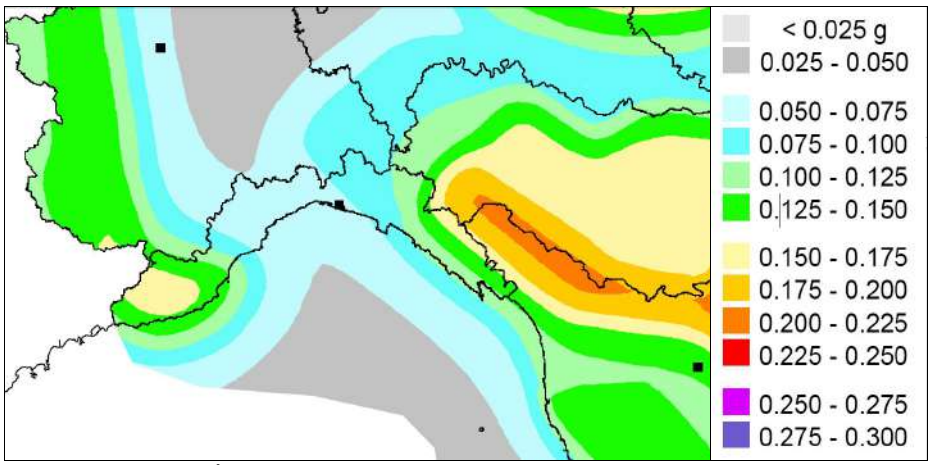


Fig. Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (da INGV)

Classificazione sismica

In base al D.G.R. N. 216/17 ("OPCM 3519/2006 - Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria"), il territorio del Comune di Santo Stefano di Magra è inserito in zona 3, corrispondente ad un valore di accelerazione orizzontale ag = 0,15 g (max).

Zona sismica	Pericolosità sismica	Accelerazione al suolo (*)
1	Alta	> 0.25 g
2	Media	0.15 ÷ 0.25 g
3	Bassa	0.05 ÷ 0.15 g
4	Molto bassa	< 0.05 g

(*) Cfr. allegato 1 dell'Opcm 3274/2003.

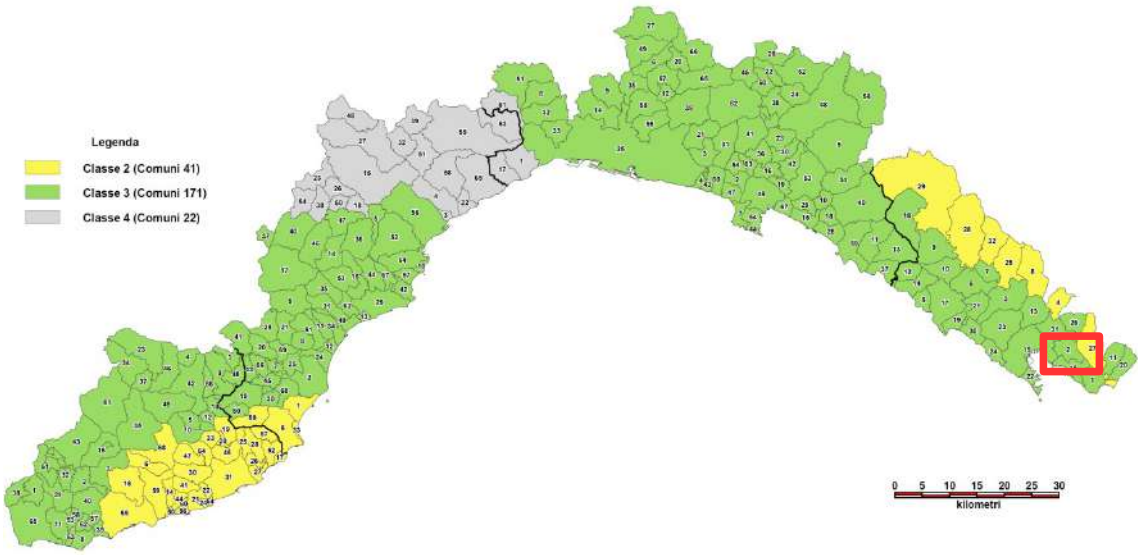


Fig. Classificazione sismica della Regione Liguria

Categoria di suolo

Per quanto riguarda i valori delle Vs, sulla base della bibliografia e dai dati acquisiti direttamente in campagna, si possono stimare i valori medi. Pertanto, la categoria del suolo di fondazione, ai fini della definizione dell'azione sismica è assimilabile alla categoria come "**B**" secondo la tab. 3.2.II delle NTC 2018.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

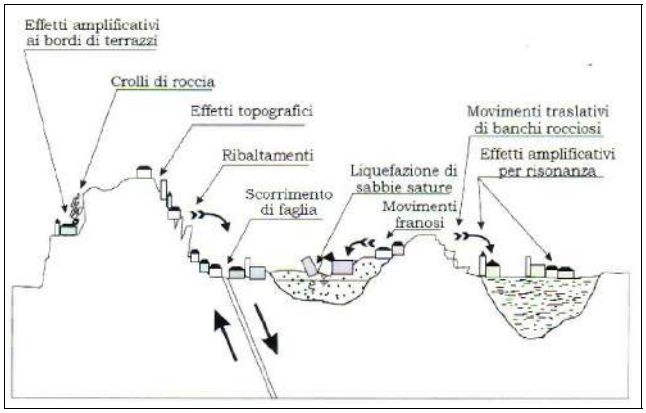
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Coefficiente di amplificazione topografica St

Per quanto riguarda l'amplificazione sismica la morfologia dei luoghi influenza gli effetti del sisma, ed infatti si identificano tre conformazioni tipiche:

a) **conca**: conformazione rocciosa a conca con un riempimento di terreno soffice. Si realizzano fenomeni di rifrazione delle onde sismiche che risultano concentrate in una zona localizzata al centro della conca.
b) **pendio**: è dimostrato che le accelerazioni lungo il pendio sono maggiori rispetto al suolo pianeggiante.
c) **vetta**: rappresenta il caso più pericoloso. Le azioni sismiche si focalizzano sul punto sommitale in cui le azioni risultano notevolmente incrementate.

Il sito di intervento è collocato in un piano, pertanto NON sono possibili fenomeni di maggiori accelerazioni sismiche dovute alla topografia. La categoria topografica è **T1** (tabella 3.2.IV NTC) e il coefficiente di amplificazione topografica risulta **St=1**.



Schema dei fattori di amplificazione topografica

Azione sismica

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento" V_R espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" P_{VR}.
La pericolosità sismica è definita in termini di:
-accelerazione orizzontale massima attesa "ag" in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale categoria T1;
-ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se(T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia ultimi che di esercizio, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.
Gli stati limite ultimi (SLU) dinamici sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)

Gli stati limite di esercizio (SLE) dinamici sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO)
- Stato Limite di Danno (SLD)

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della
pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente"; l'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati* limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ag accelerazione orizzontale massima al sito;
- Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

PARAMETRI SISMICI

Sito in esame.

latitudine:	44,155051
longitudine:	9,921216
Classe:	2
Vita nominale:	50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 18263	Lat: 44,1293	Lon: 9,8683	Distanza: 5101,070
Sito 2	ID: 18264	Lat: 44,1314	Lon: 9,9379	Distanza: 2942,976
Sito 3	ID: 18042	Lat: 44,1814	Lon: 9,9350	Distanza: 3128,600
Sito 4	ID: 18041	Lat: 44,1793	Lon: 9,8653	Distanza: 5210,193

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	B		
Categoria topografica:	T1		
Periodo di riferimento:	50anni		
Coefficiente cu:	1		
Operatività (SLO):			
Probabilità di superamento:	81	%	
Tr:		30	[anni]
ag:		0,046 g	
Fo:		2,472	
Tc*:		0,231	[s]
Danno (SLD):			
Probabilità di superamento:	63	%	
Tr:		50	[anni]
ag:		0,058 g	
Fo:		2,494	
Tc*:		0,250	[s]
Salvaguardia della vita (SLV):			
Probabilità di superamento:	10	%	
Tr:		475	[anni]
ag:		0,142 g	
Fo:		2,408	
Tc*:		0,291	[s]
Prevenzione dal collasso (SLC):			
Probabilità di superamento:	5	%	
Tr:		975	[anni]
ag:		0,182 g	
Fo:		2,373	
Tc*:		0,298	[s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss:	1,200
Cc:	1,470
St:	1,000
Kh:	0,011
Kv:	0,006
Amax:	0,542
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,200
Cc:	1,450
St:	1,000
Kh:	0,014
Kv:	0,007
Amax:	0,677
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,200
Cc:	1,410
St:	1,000
Kh:	0,041
Kv:	0,020
Amax:	1,666
Beta:	0,240

SLC:

Ss:	1,200
Cc:	1,400
St:	1,000
Kh:	0,052
Kv:	0,026
Amax:	2,143
Beta:	0,240

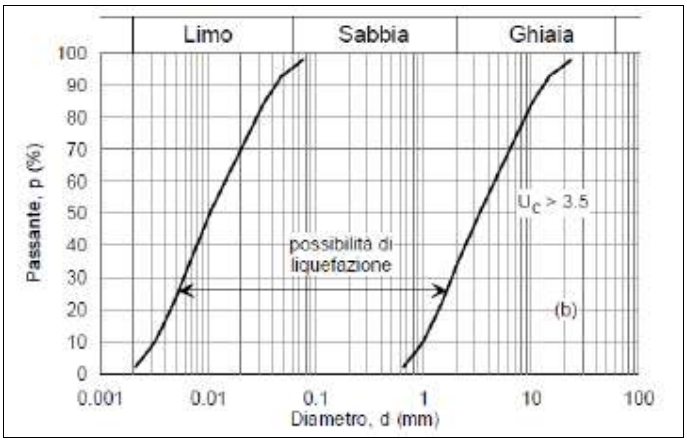
Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

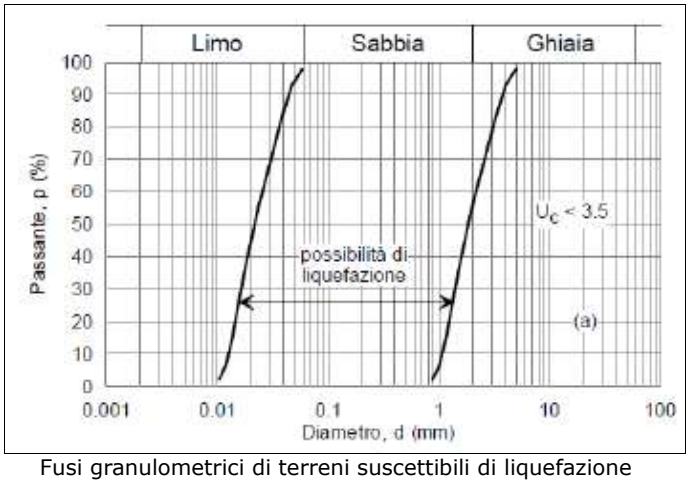
Coordinate WGS84	
latitudine:	44.154091
longitudine:	9.920197

Liquefazione

Per quanto concerne la liquefazione viene valutata la possibilità dell'insorgenza del fenomeno sui terreni di fondazione in concomitanza di eventi sismici.
Affinché possa aver origine tale fenomeno, che porta una brusca riduzione della resistenza al taglio a causa di sovrappressioni interstiziali indotte a seguito di una sollecitazione sismica, i terreni devono presentare particolari caratteristiche; è noto, infatti, che soggetti a liquefazione sono in particolare i depositi monogranulari fini, saturi, a bassa densità relativa.

Secondo quanto riportato nel cap. 7.11.3.4.2 delle NTC18 la verifica alla liquefazione di un terreno può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:
· accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
· profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
· depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$;
· distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure sottostanti.





Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Analizzando i punti sopra elencati risulta che:

1. Dal calcolo dell'accelerazione massima attesa al suolo, il valore di ag risulta superiore a 0,1. Per questo motivo il primo punto non risulta soddisfatto;



		P1		P2	
	Sorgente sismogenetica	Lat. (°)	Long. (°)	Lat. (°)	Long. (°)
○		44.122072	9.839807	44.36899	9.909806
○		44.122072	9.839807	44.219582	10.025162
◉		44.122072	9.839807	44.180201	10.3163
	Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)		Acc.ne al suolo (g)	
	28.02	6		0.119	
	18.33	5.8		0.15	
	38.56	6.4		0.121	

2. La falda è stata rilevata. Il secondo punto NON è soddisfatto;
3. La granulometria del deposito non corrisponde a sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60>30.
4. Data la tipologia di deposito riscontrata sul sito, è possibile escludere che la granulometria del materiale sia interna ai fusi.

Si ritiene pertanto che i fenomeno della liquefazione nel sito esaminato sia da considerarsi poco probabile.

11-CONCLUSIONI

A seguito della disamina progettuale e delle indagini e rilievi effettuati si può concludere quanto segue:

- L'area è sita su un deposito alluvionale, pianeggiante, con granulometria variabile da ciottoli a sabbie e limi (e mista tra le stesse);
- E' stata rilevata la falda a circa 1 m dal p.c.;
- La categoria sismica del suolo è B e quella topografica è T1.

In fase esecutiva, per le fondazioni si porrà particolare attenzione che il piano di posa sia il più omogeneo possibile eliminando o bonificando eventuali sacche o lenti di materiale molto compressibile.

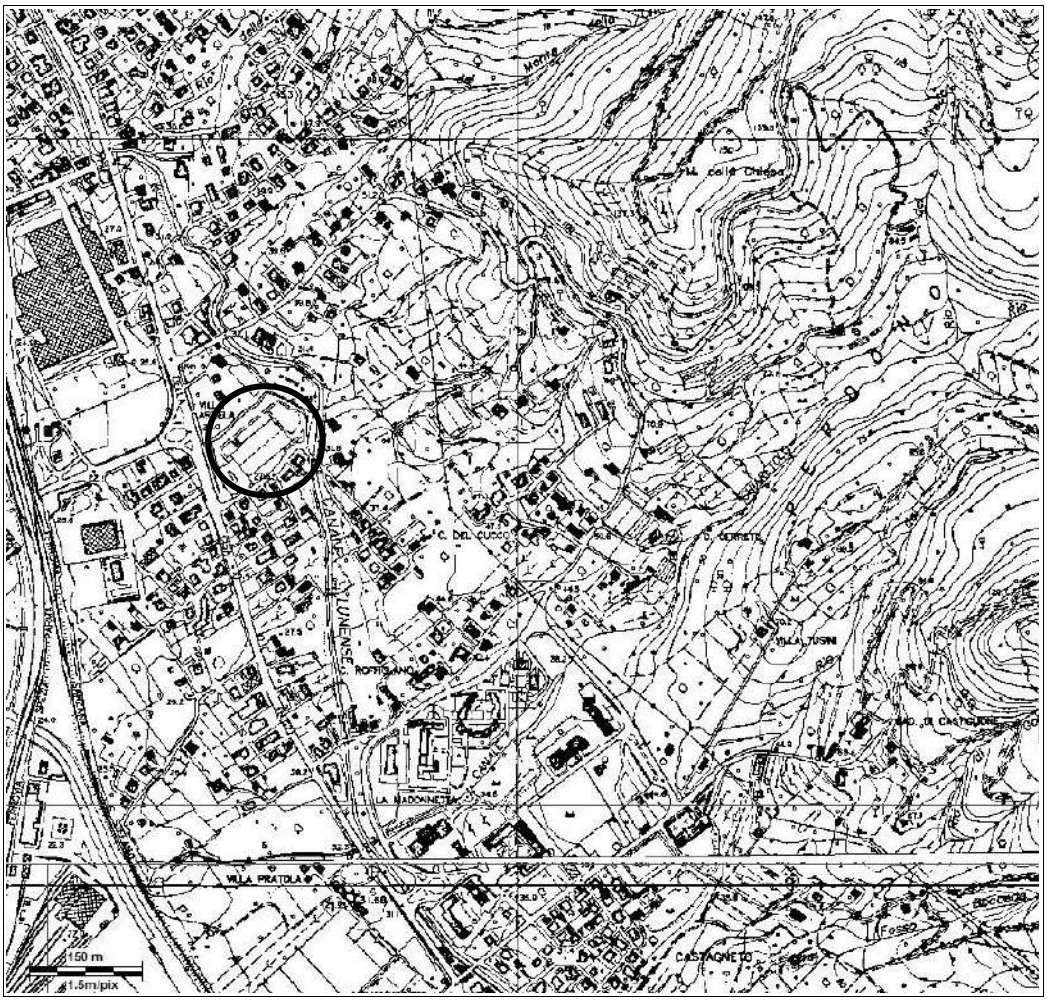
Le acque dei pluviali e dei piazzali andranno raccolte e addotte alla vicina canalizzazione esistente in modo da evitare l'infiltrazione nel sottosuolo.

Nel rispetto delle modalità realizzative suggerite non si ravvisano, per quanto di competenza, altre prescrizioni di carattere geologico; in ogni caso, tutti gli interventi dovranno essere attentamente verificati in fase di esecuzione lavori e adattati alle situazioni che dovessero risultare difformi da quanto previsto.

Il tecnico incaricato
Dott. Geologo Luca Piaggi



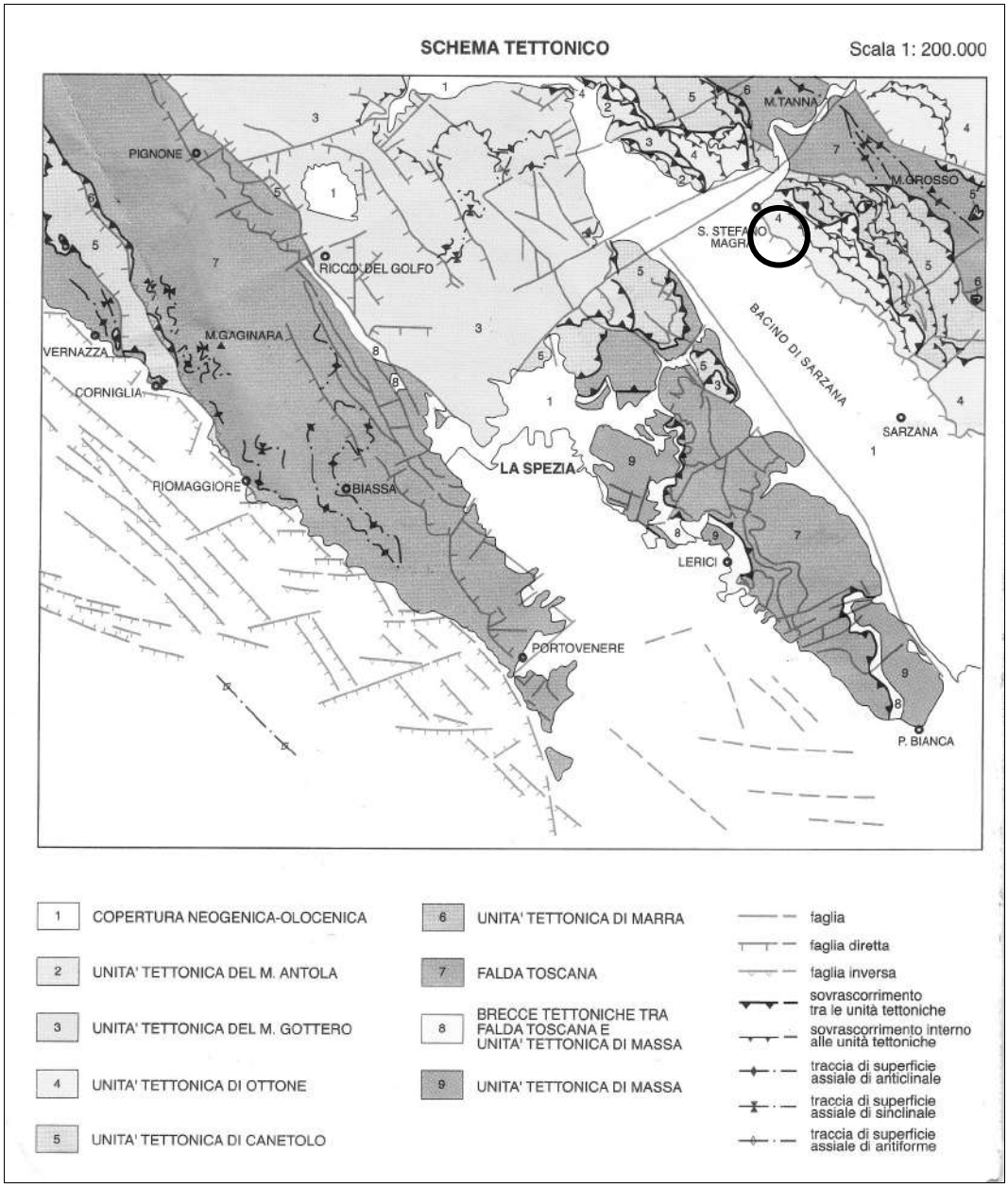
12-ALLEGATI



INQUADRAMENTO TERRITORIALE – SCALA 1:10000

LEGENDA

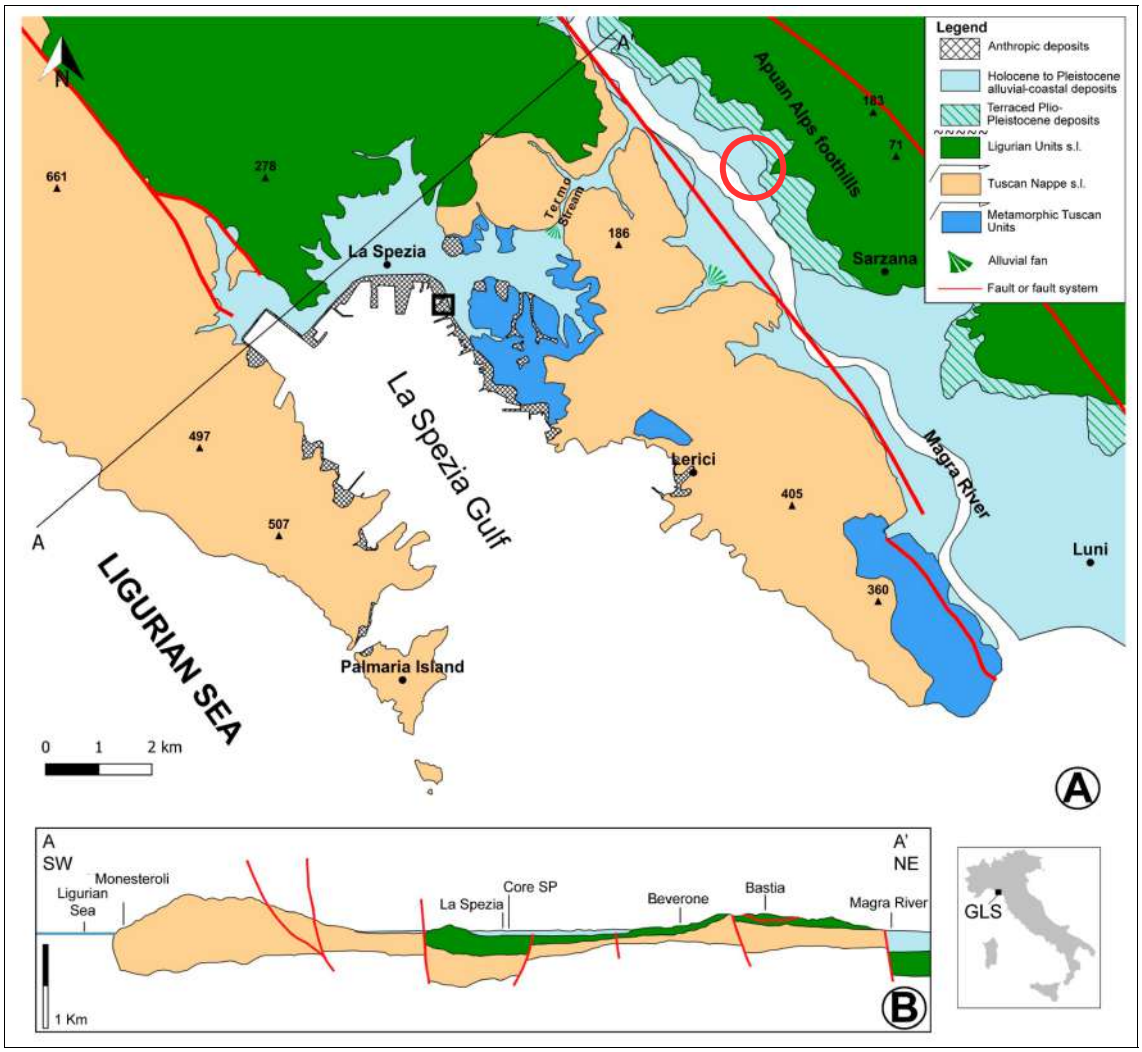
Area d'intervento



CARTA TETTONICA DEL GOLFO DELLA SPEZIA

LEGENDA

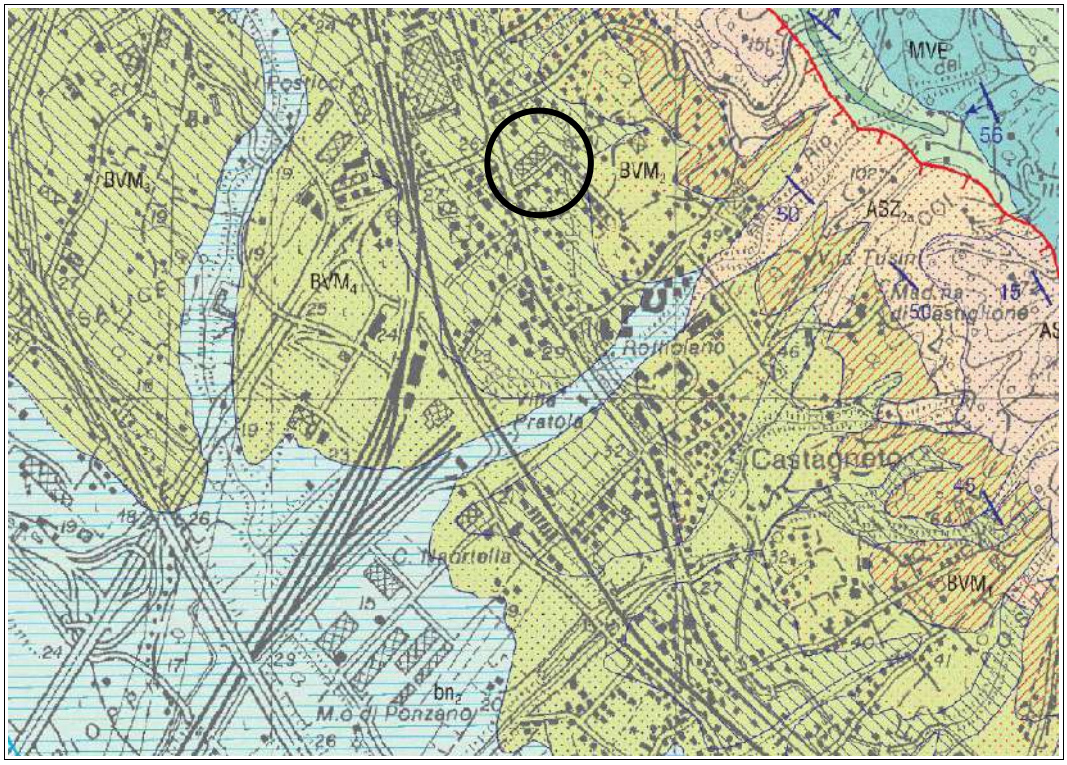
Area d'intervento



SCHEMA STRUTTURALE DEL GOLFO DELLA SPEZIA

LEGENDA

Area di studio



STRALCIO CARTA GEOLOGICA – DA CARG 1:25000

LEGENDA

Area d'intervento

b_n – Alluvioni Terrazzate e recenti
MVE – Formazione di Monte Veri
LVG – Argilliti della Val Lavagna
BVM – Sistema della Bassa Val di Magra
ASZ – Sistema di Sarzana

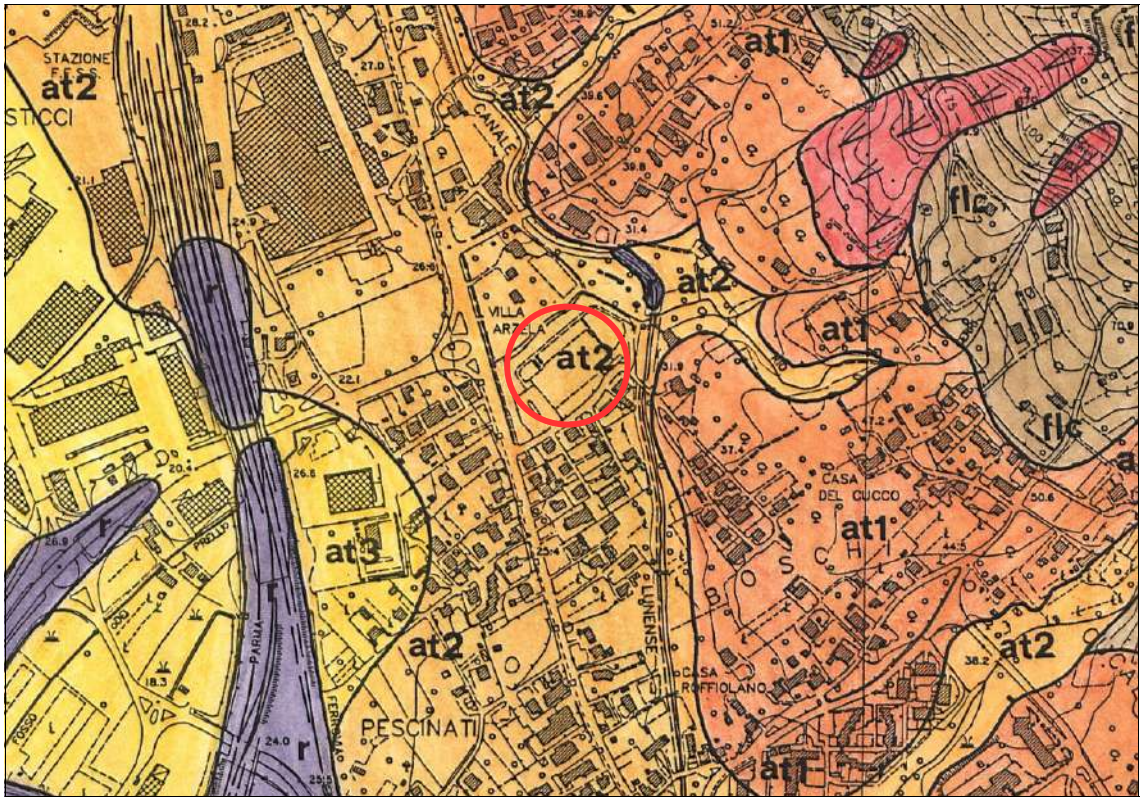


STRALCIO CARTA GEOLOGICA – DA CARG 1:25000 - DETTAGLIO

LEGENDA

Area d'intervento

b_n – Alluvioni Terrazzate e recenti
MVE – Formazione di Monte Veri
LVG – Argilliti della Val Lavagna
BVM3 – Sistema della Bassa Val di Magra



STUDIO GEOLOGICO DEL COMUNE DI SANTO STEFANO – CARTA GEOLOGICA - STRALCIO

LEGENDA

Area d'intervento

DEPOSITI ANTROPICI

r: Terreni di riporto e discariche.

DEPOSITI QUATERNARI

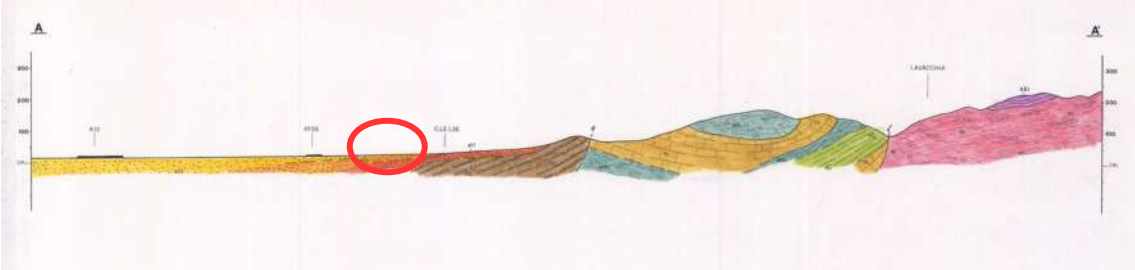
all: Depositi alluvionali attuali e recenti: ghiaie eterometriche, sabbie e limi, di composizione generalmente poligenica.
Olocene

at: Depositi alluvionali terrazzati: ghiaie eterometriche, sabbie e limi, di composizione generalmente poligenica, in più ordini di terrazzi **(at1, at2, at3)**.
Pleistocene medio-superiore (?) - Olocene

Depositi detritici: accumuli di frammenti litoidi eterometrici, frequentemente monogenici, con matrice sabbiosa o sabbioso-argilloso-limosa in quantità variabile.
Olocene

Corpi di frana in evoluzione: accumuli generalmente eterogenei ed eterometrici di materiali litoidi e non, in matrice limo-argillosa ed assetto scompaginato.
Olocene

Corpi di frana senza indizi di evoluzione: accumuli generalmente eterogenei ed eterometrici di materiali litoidi e non, in matrice limo-argillosa ed assetto scompaginato, apparentemente non attivi.
Pleistocene medio-superiore (?) - Olocene



STUDIO GEOLOGICO DEL COMUNE DI SANTO STEFANO – CARTA GEOLOGICA – SEZIONE A-A

LEGENDA

Area d'intervento

r

DEPOSITI ANTROPICI

r: Terreni di riporto e discariche.

DEPOSITI QUATERNARI

all

all: Depositi alluvionali attuali e recenti: ghiaie eterometriche, sabbie e limi, di composizione generalmente poligenica.
Olocene

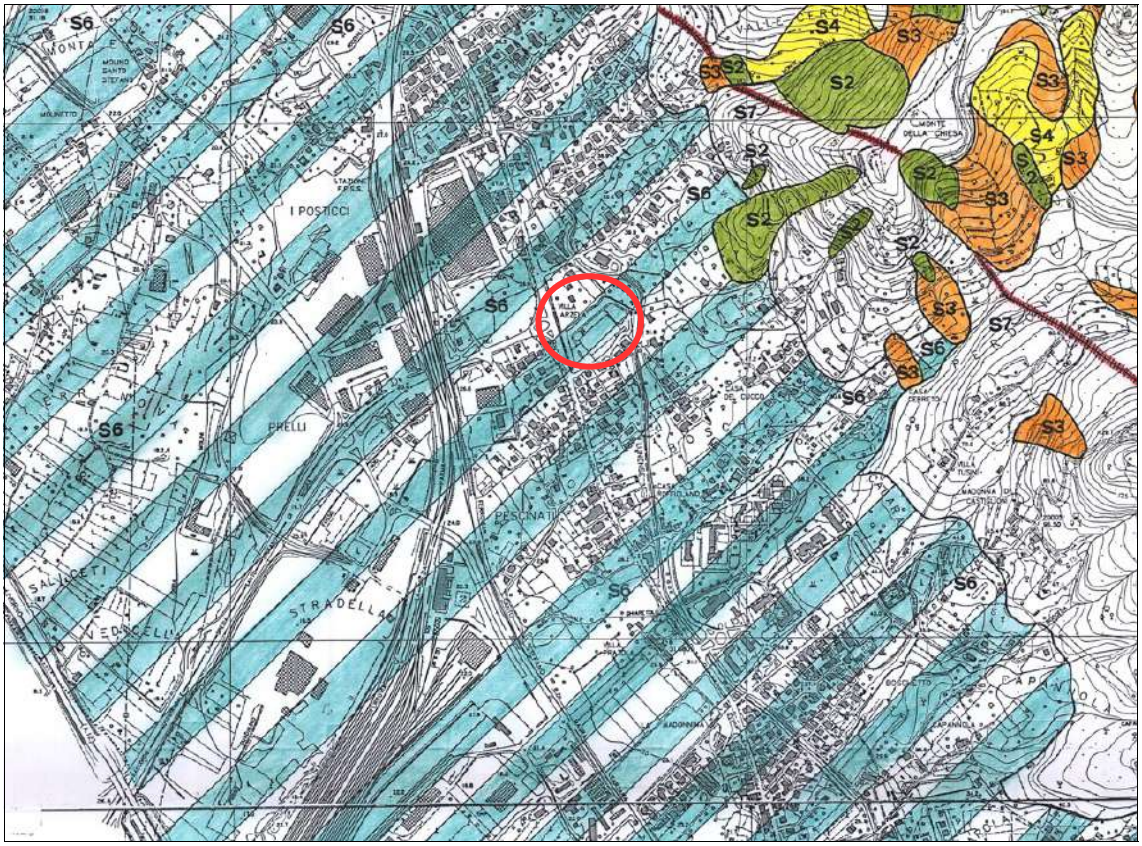
at

at: Depositi alluvionali terrazzati: ghiaie eterometriche, sabbie e limi, di composizione generalmente poligenica, in più ordini di terrazzi **(at1, at2, at3)**.
Pleistocene medio-superiore (?) - Olocene

Depositi detritici: accumuli di frammenti litoidi eterometrici, frequentemente monogenici, con matrice sabbiosa o sabbioso-argilloso-limosa in quantità variabile.
Olocene

Corpi di frana in evoluzione: accumuli generalmente eterogenei ed eterometrici di materiali litoidi e non, in matrice limo-argillosa ed assetto scompaginato.
Olocene

Corpi di frana senza indizi di evoluzione: accumuli generalmente eterogenei ed eterometrici di materiali litoidi e non, in matrice limo-argillosa ed assetto scompaginato, apparentemente non attivi.
Pleistocene medio-superiore (?) - Olocene

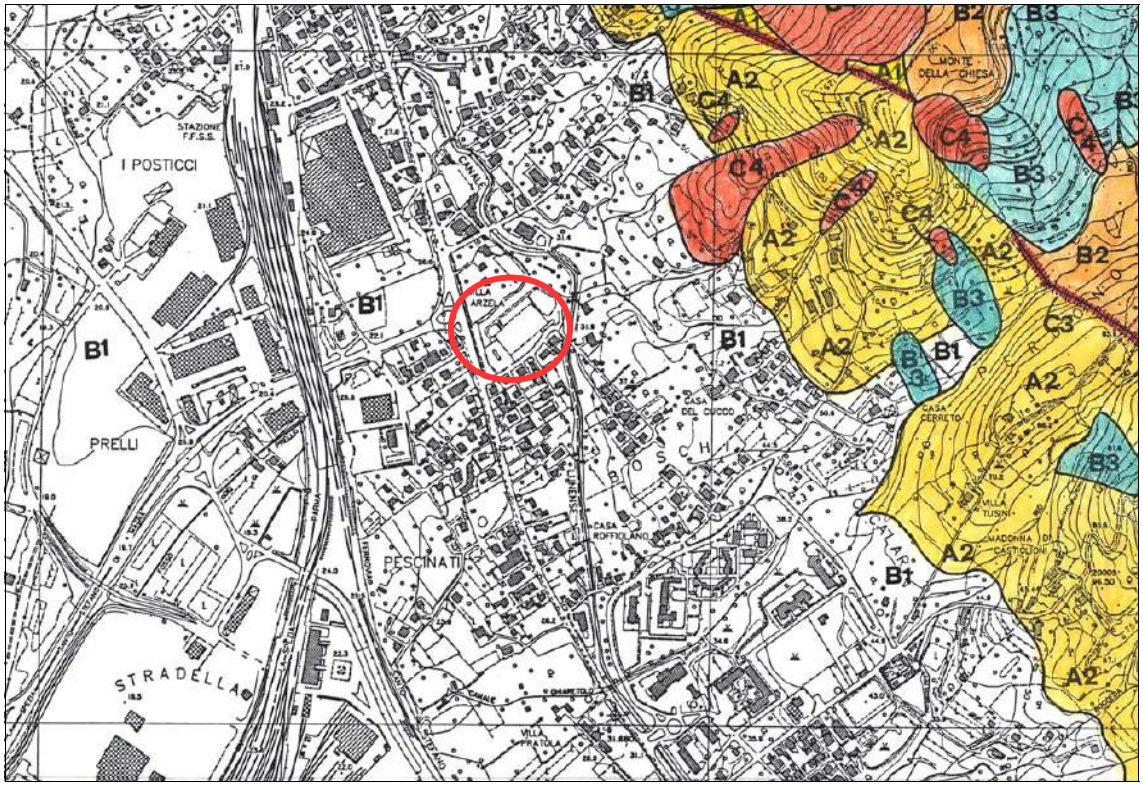


STUDIO GEOLOGICO DEL COMUNE DI SANTO STEFANO – CARTA GEOLOGICA – SISMICITÀ

LEGENDA

Area d'intervento

Tipologia delle situazioni		Cat.	Possibili effetti in caso di sisma
S1	Aree caratterizzate da movimenti franosi in atto	A	Accentuazione dei fenomeni di instabilità in atto e potenziali dovuta ad effetti dinamici collegati ad eventi sismici. Coefficiente di fondazione ε=1,3
S2	Aree caratterizzate da movimenti franosi quiescenti o inattivi		
S3	Aree caratterizzate da indizi di instabilità superficiale		
S4	Aree coperte da detrito di versante con acclività i>35%		
S5a S5b	Aree con ciglio di scarpata con altezza H>10 mt (**S5a**); aree con più cigli di scarpata con H> 10 mt (**S5b**)	B	Amplificazione diffusa del moto del suolo connessa con la focalizzazione delle onde sismiche. Coefficiente di fondazione ε= 1,3
S6	Aree di fondovalle e di terrazzo; detrito di versante con acclività i<35%	C	Amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta a differente risposta sismica tra substrato e copertura; non si escludono fenomeni di liquefazione in zone con sacche di sabbia fine o limosa, uniforme, in presenza di falda. Coefficiente di fondazione ε= 1,3
S7	Aree di contatto fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse	D	Amplificazioni differenziate del moto del suolo; cedimenti differenziali Coefficiente di fondazione ε= 1,3
S8	Aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti	E	Cedimenti diffusi. Coefficiente di fondazione ε= 1,0



STUDIO GEOLOGICO DEL COMUNE DI SANTO STEFANO – CARTA GEOLOGICA – ZONIZZAZIONE ED USO DEL SUOLO

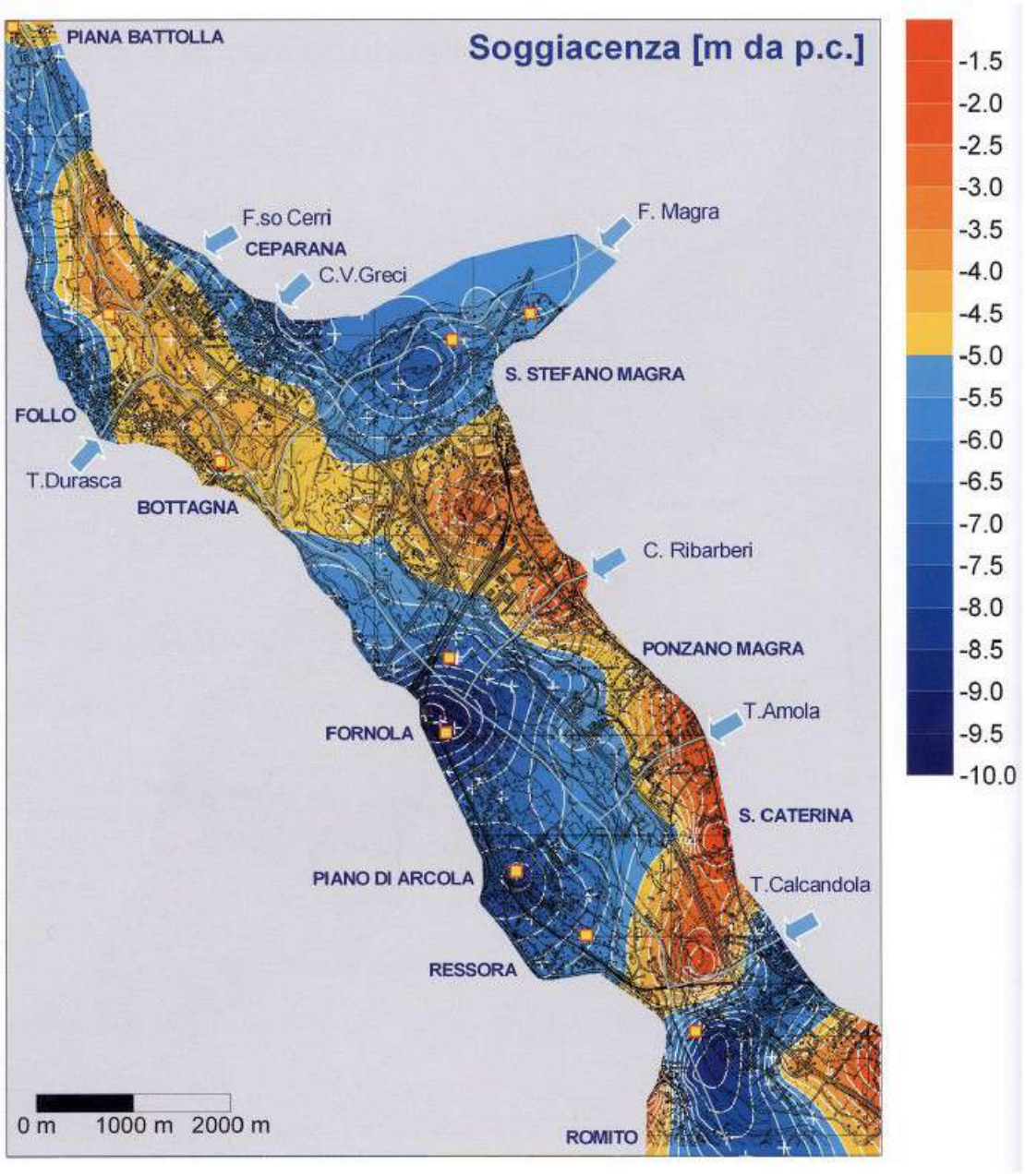
LEGENDA

Area d'intervento

TIPO DI AREE	PERICOLOSITÀ	CLASSE	CARATTERISTICHE
A Aree con ampia gamma di suscettibilità d'uso	Bassa	A1 A2	
B Aree con suscettibilità d'uso condizionata	Media	B1 B2 B3	
C Aree speciali	Alta	C1 C2 C3 C4 C5 C6	



CARTA PIEZOMETRICA VALLE DEL MAGRA



CARTA SOGGIACENZA VALLE DEL MAGRA

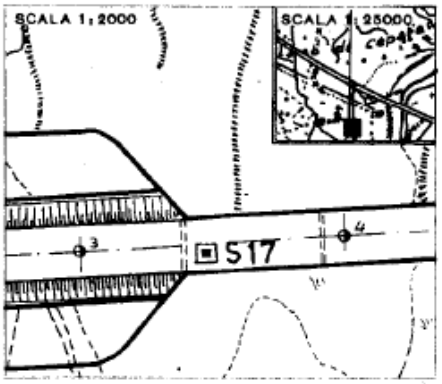
CAROTAGGI EFFETTUATI PER L'AUTOSTRADA

ALPINA
S. p. A.
Ufficio Geotecnico

AUTOSTRADA SESTRI L.- LIVORNO

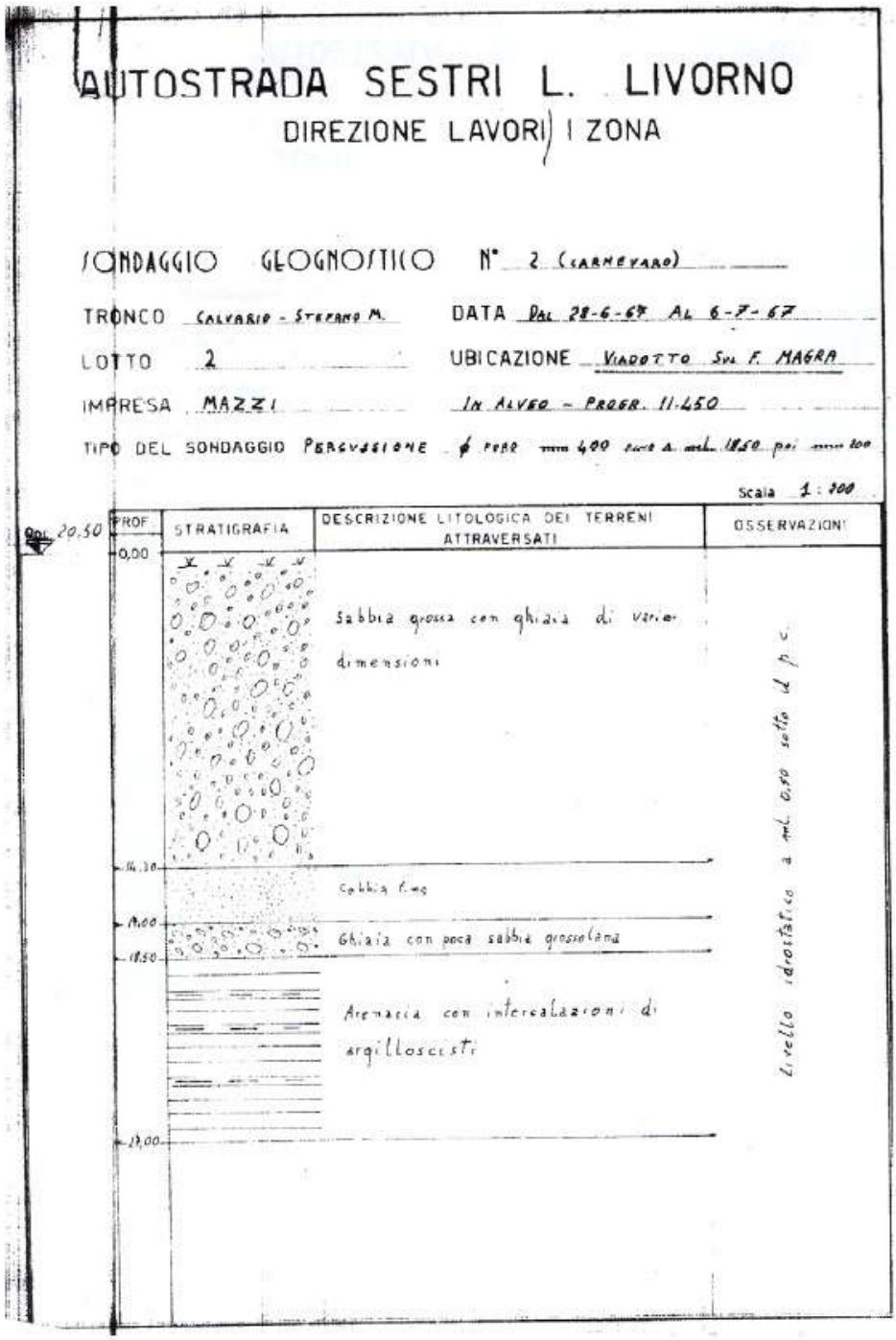
SONDAGGIO GEOGNOSTICO S 17

Località: F.Magra 1
Tipo Sondaggio: Percussione
Progressiva: Km. ~~43+44~~
Quota Terreno: m. 20,80
Profondità: m. 19,00
Data: 4 marzo 1963
Impresa: S.I.N.
Osservatore:



SCALA 1:200

PROFONDITÀ IN METRI	DESCRIZIONE LITOLOGICA	SUDDIVISIONE GEOLOGICA	CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA	OSSERVAZIONI	DIAMETRO FORO mm.
0 – 1,50	Sabbia.	Alluvione	Da discreto a buono	Livello idrostatico a pochi dm. dal p.c.	305
1,50 – 4,50	Sabbia e ghiaia.				
4,50 – 11,70	Ghiaia e sabbia grossa.				
11,70 – 14,50	Arenaria con intercalazioni di argilloscisti.	Cretaceo	Buono		
14,50 – 19,00	Arenaria.				



AUTOSTRADA SESTRI L. LIVORNO

DIREZIONE LAVORI I ZONA

SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° 2 (CARNEVARO)

TRONCO CALAMBRONE - STAGNO M. DATA DAL 28-6-67 AL 6-7-67

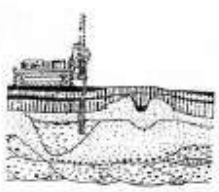
LOTTO 2 UBICAZIONE VIADOTTO SUL F. MAGRA

IMPRESA MAZZI IN ALVEO - PROGR. 11.450

TIPO DEL SONDAGGIO PERCUSSIONE ϕ FORO mm 400 FINO A ml. 18.50 poi mm 300

Scala 1 : 100

Qol 20.50	PROF.	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA DEI TERRENI ATTRAVERSATI	OSSERVAZIONI
	0,00		Sabbia grossa con ghiaia di varie dimensioni	Livello idrostatico a ml. 0.50 sotto il p.c.
	14,30		Sabbia fine	
	16,00		Ghiaia con poca sabbia grossolana	
	18,50		Arenaria con intercalazioni di argilloscisti	
	23,00			



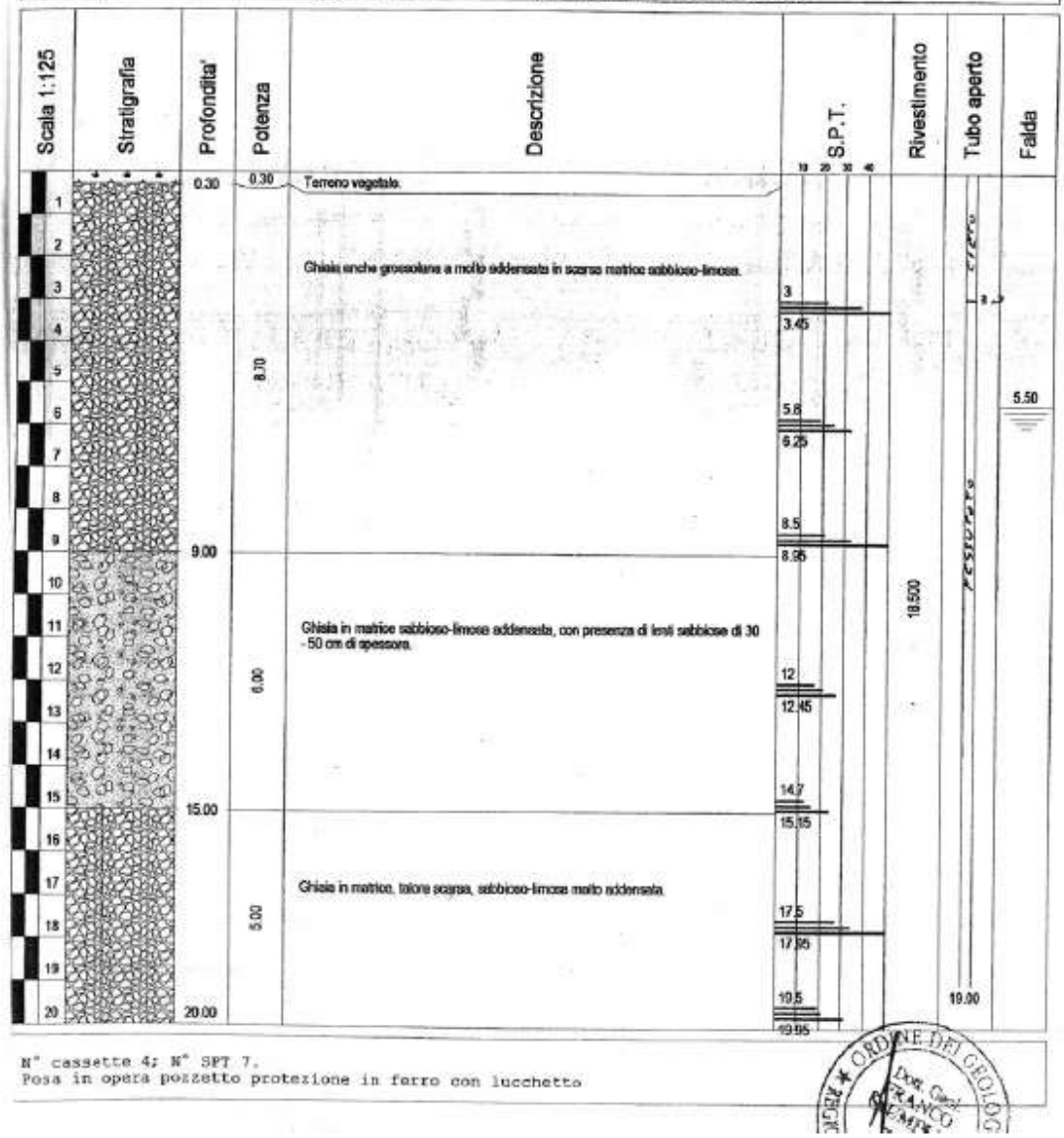
GEOSCAVI s.r.l.

Direttore Tecnico
Giunnelli Dr. Franco

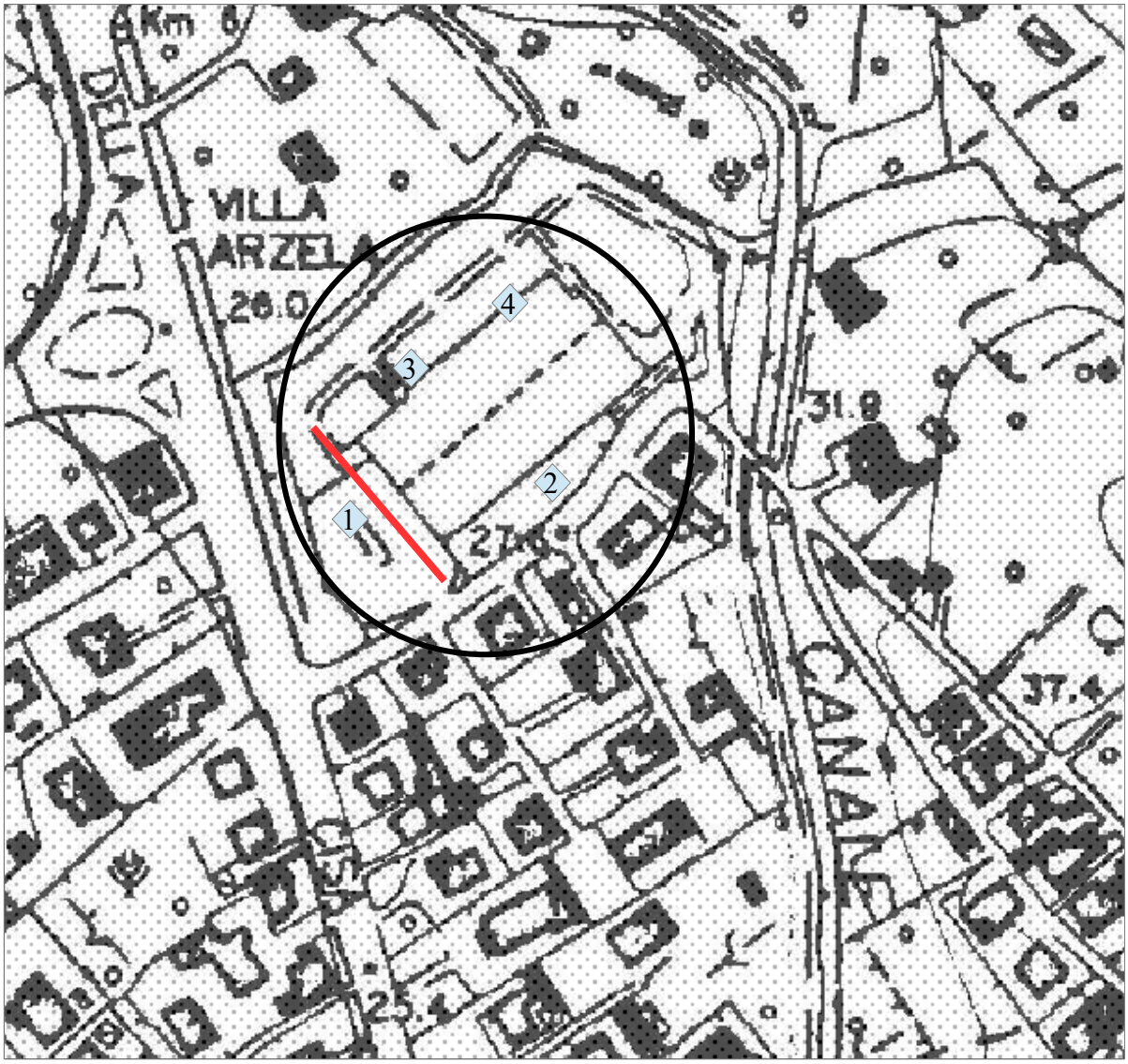
Via Fondovalle, 44 - 43040 SOLIGNANO (PARMA)
Tel. (0525) 54542/54203/54613 - Fax (0525) 54568
GEOSCAVI@NETSIS.IT

GEOLOGIA
GEOTECNICA
IDRAULICA
PALIFICAZIONI
STRADE

Cantiere : S. Stefano Magra (SP)	N. sondaggio : 4
Committente : A 15	Scala sondaggio : 1:125
Perforatore : Baghi Dr. Giovanni	Geologo : Baghi Dr. Giovanni
Coord.	Quota (p.c.)
Metodo perf. : Rotazione, carotaggio continuo.	Data ultimazione : 18/05/2000



N° cassette 4; N° SPT 7.
Posa in opera pozzetto protezione in ferro con lucchetto



CARTA GEOLOGICA – SCALA 1:2000

LEGENDA

Area d'intervento

Subsintema di Ceparana-deposito alluvionale (depositi terrazzati)

Prove penetrometriche DPSH

Stesa sismica MASW

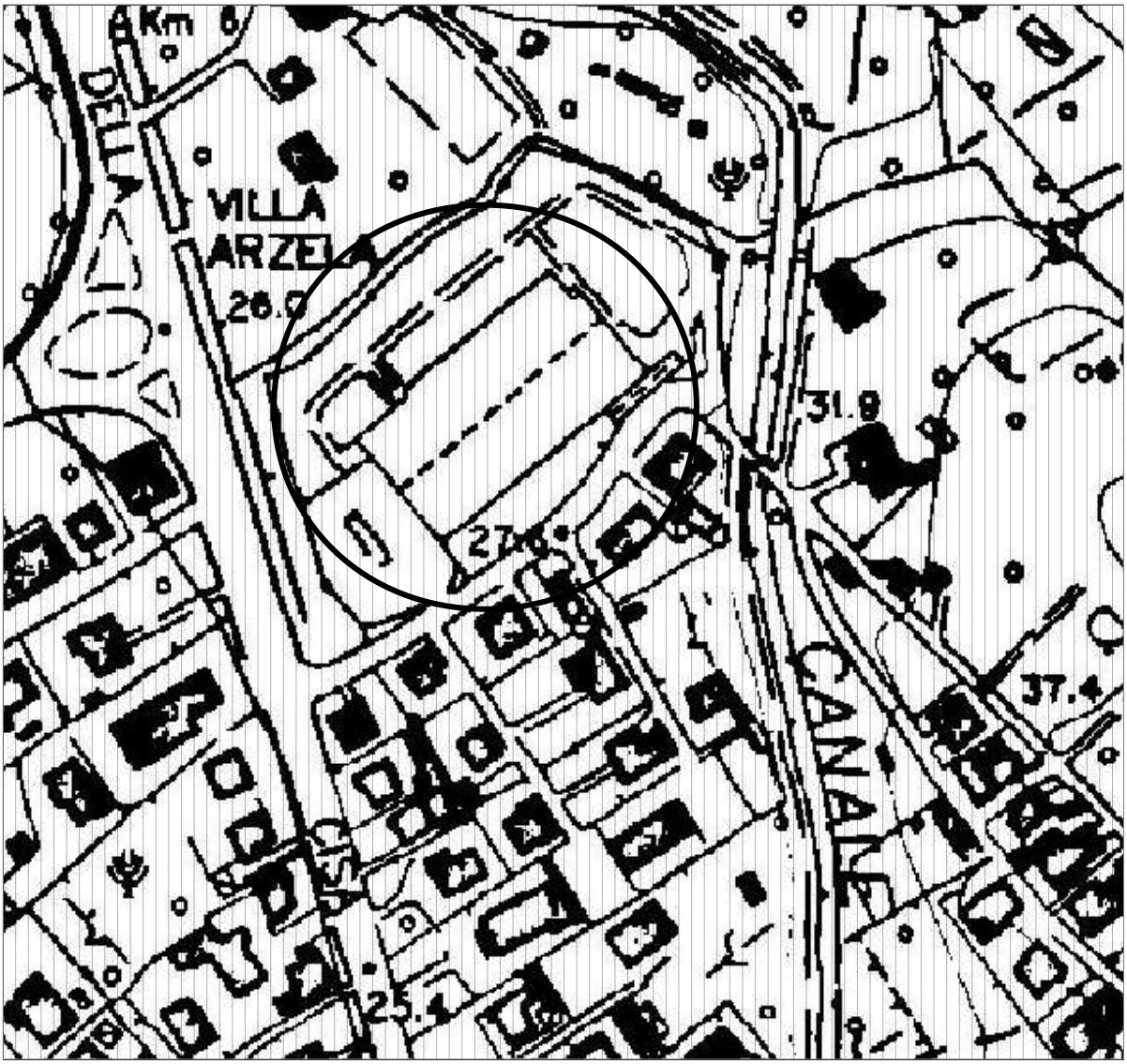


CARTA GEOMORFOLOGICA – SCALA 1:2000

LEGENDA

Area d'intervento

Area pianeggiante, di fondovalle

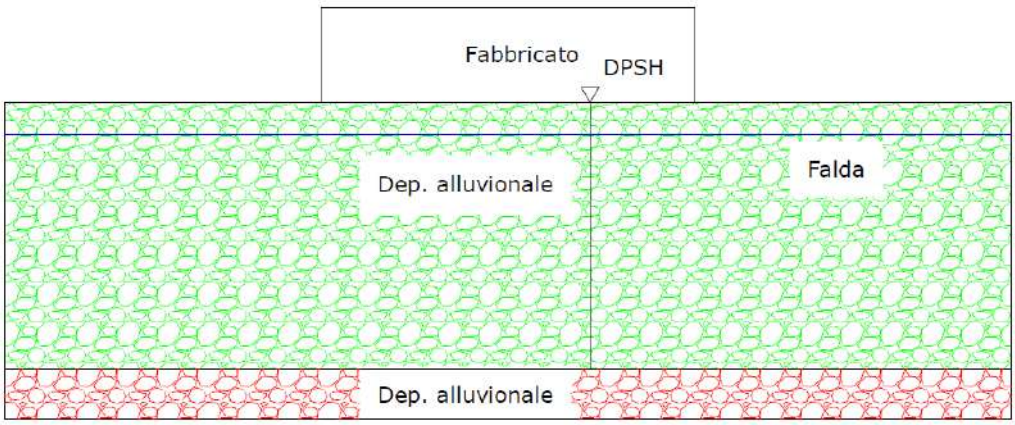


CARTA IDROGEOLOGICA – SCALA 1:2000

LEGENDA

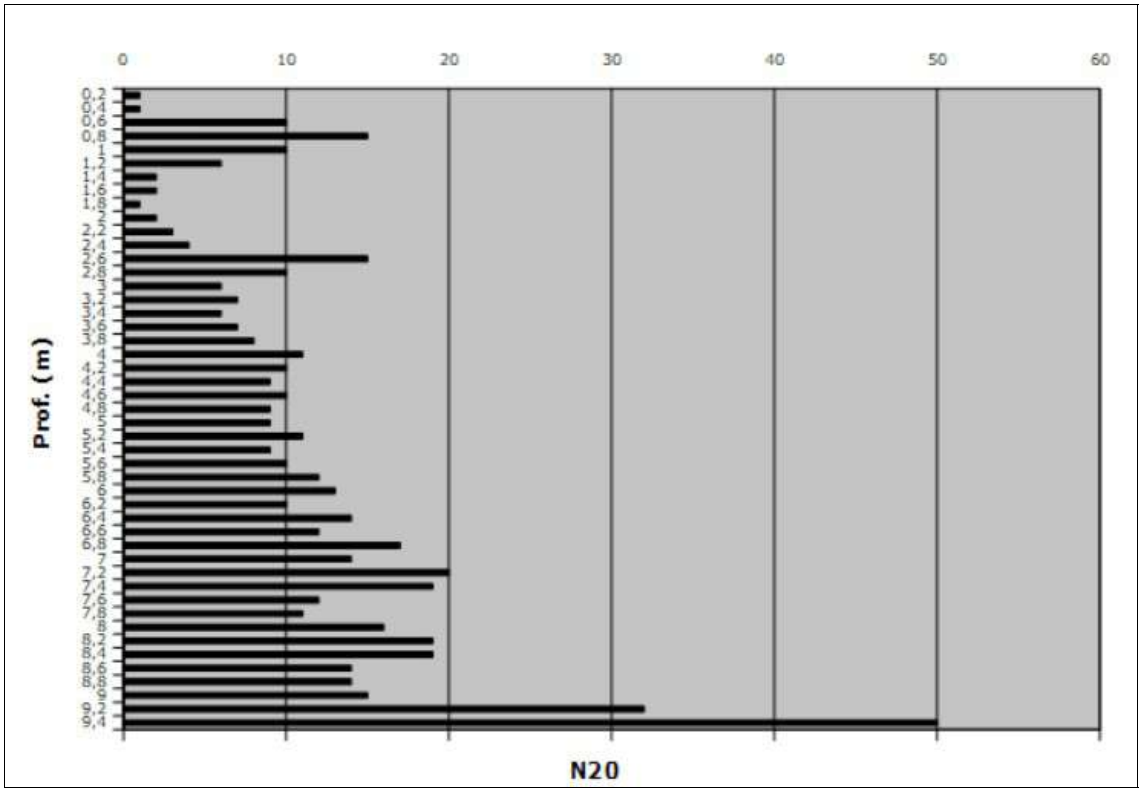
Area d'intervento

Deposito alluvionale con media/buona permeabilità

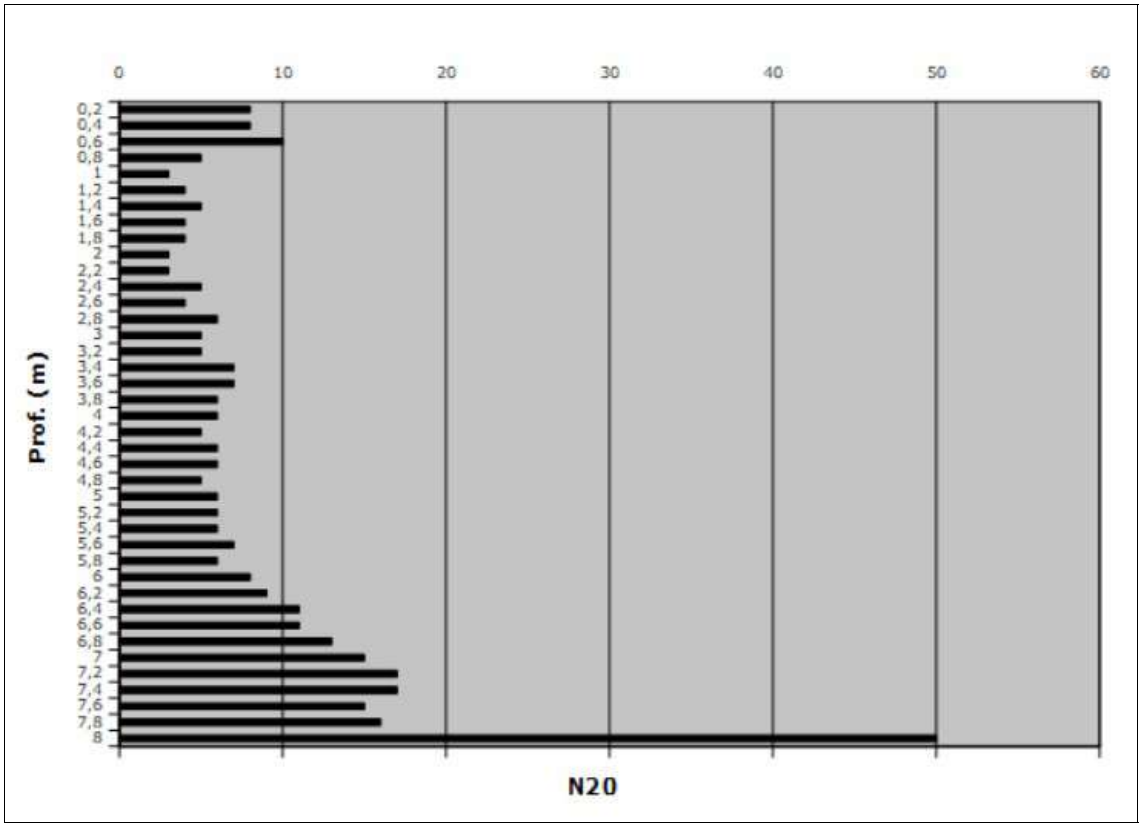


MODELLO GEOLOGICO SCHEMATICO DEL SOTTOSUOLO

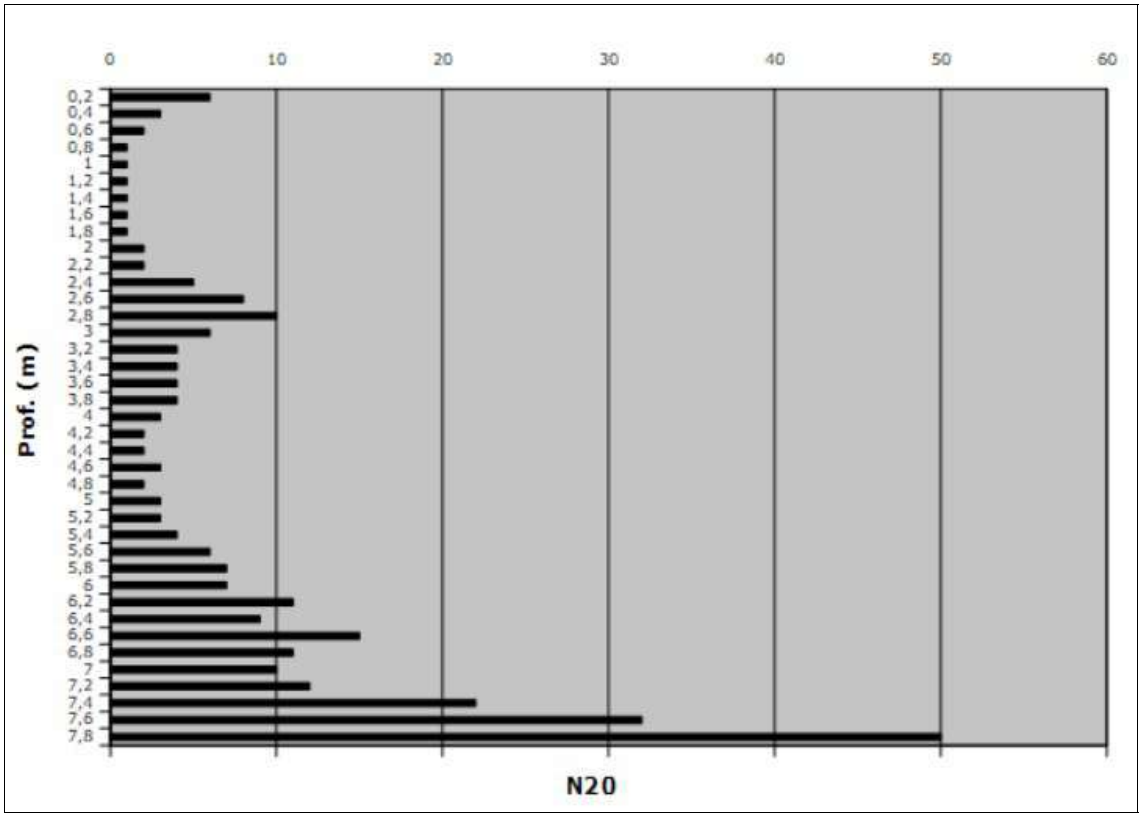
ISTOGRAMMI DELLE PROVE PENETROMETRICHE



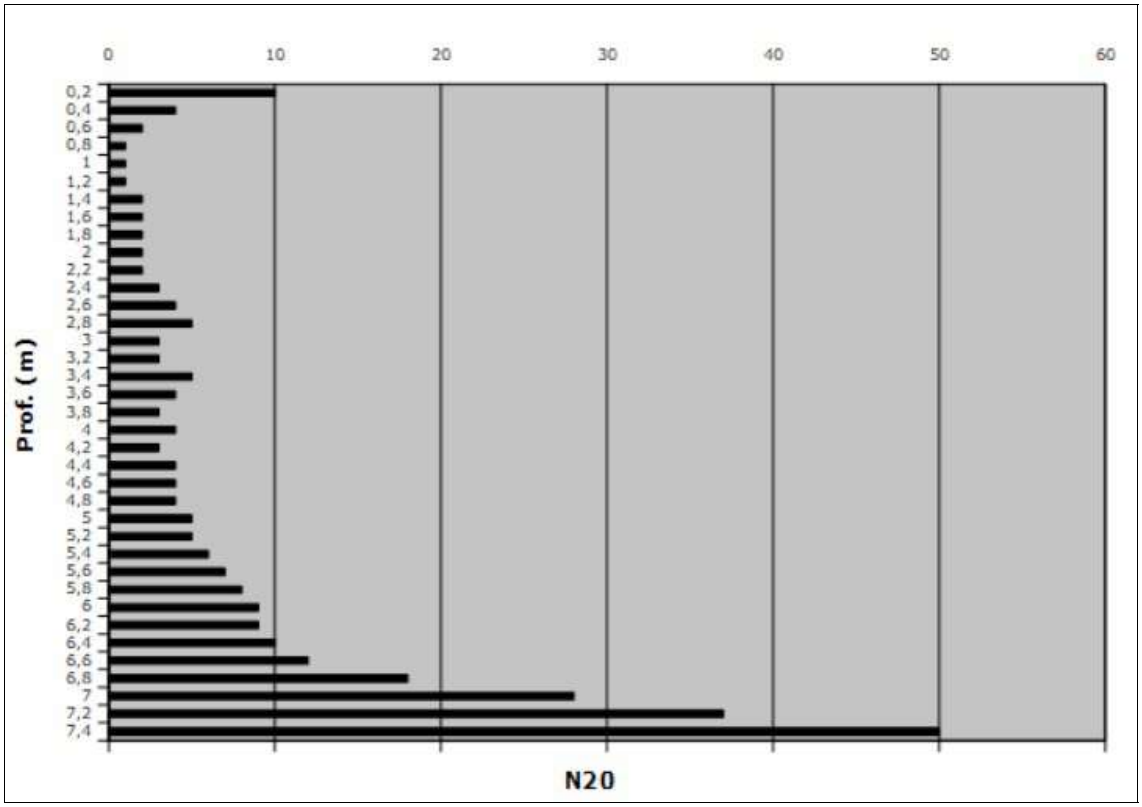
ISTOGRAMMA DELLA PROVA PENETROMETRICA **DPSH1**



ISTOGRAMMA DELLA PROVA PENETROMETRICA **DPSH2**



ISTOGRAMMA DELLA PROVA PENETROMETRICA **DPSH3**



ISTOGRAMMA DELLA PROVA PENETROMETRICA **DPSH4**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: PROVA DPSH 3



FOTO 2: PROVA DPSH 2



FOTO 3: PROVA DPM1



FOTO 4: PROVA MASW